

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Produção

Comunicação de Dados Por Rádio Freqüência

Dissertação de Mestrado

Martin José Fagonde Morães

Florianópolis
2001

Comunicação de Dados Por Rádio Freqüência

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Produção

Comunicação de Dados Por Rádio Freqüência

Martin José Fagonde Morães

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em
Engenharia de Produção

Florianópolis
2001

Martin José Fagonde Morães

Comunicação de Dados Por Rádio Freqüência

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título **de Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 20 de abril de 2000.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luiz Fernando Jacintho Maia
Orientador

Prof. João Bosco da Mota Alves

Pref. Elizabeth Specialski

À minha esposa, Juliana pelo
apoio constante.

A meus filhos Danilo, Camila e Mariana

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina,
À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
Superior CAPES,
À Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado de Santa
Catarina - FUNCITEC,
Ao orientador Prof. Luiz Fernando Jacintho Maia, pelo
competente acompanhamento,
Aos professores do Curso de Pós-graduação,
À minha família que pacientemente acompanhou e apoiou,
A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a
realização desta pesquisa,
E principalmente ao Pai Celestial que nos permite pensar e
agir nesta vida.

Sumário

Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract.....	ix
1 - INTRODUÇÃO	x
1.2 – Objetivos.....	3
1.2.1 – Objetivo geral do trabalho.	3
1.2.2 – Objetivos específicos.....	3
1.3 - Justificativa	4
1.3.1 - A comunicação de dados.....	4
1.3.2 – A comunicação é indispensável.....	5
1.3.3 – As vulnerabilidades, dependências e limitações.....	7
2 – REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 – O início da comunicação de dados.	13
2.2 - A evolução da comunicação de dados em informática.	14
2.3 - Equipamentos e recursos para a comunicação de dados.	16
2.3.1 – HardWare	17
2.3.2 - Software	22
2.4 - Classificação das redes.....	23
2.4.1 - LANs	24
2.4.2 - MANs	25
2.4.3 - WANs.....	26
2.4.4 – Considerações MAN's x WAN's	27
2.5 – Redes sem Fio.....	29
2.5.1 – O Espectro Eletromagnético	29
2.5.2 - Classificação do espectro eletromagnético	32
2.5.3 – Aspectos legais	41
3 – SISTEMAS AVALIADOS DE REDES SEM FIO	43
3.1 – Packet radio	43
3.1.1 - Os equipamentos.	44
3.1.2 - Os software.....	45
3.1.3 – Considerações Gerais	46
3.2 – Monocanal	49
3.2.1 – Funcionamento	50
3.2.2 – Equipamentos	52
3.2.3 – Softwares	53
3.2.4 – Aplicação	54
3.2.5 - Considerações	54
3.3 – Spread Spectrum.....	55
3.3.1 – Equipamentos	57
3.3.2 – Softwares	59
3.3.3 – Aplicações	60
3.3.4 – Considerações.....	60
4 – IMPLEMENTAÇÕES E RESULTADOS OBTIDOS.....	66
4.1 – Experiência com monocanal.....	67

4.1.1 – Equipamentos e configurações	68
4.1.2 – Funcionamento	71
4.2 - Experiências com Spread Spectrum.....	72
4.2.1 - Equipamentos	73
4.2.2 - Descrição de funcionamento	85
4.2.3 – Caso 1 – Provedor de serviço de internet	86
4.2.4 – Caso 2 – Provedor de acesso à internet.	87
4.2.5 – Caso 3 – Universidade de Palmas.....	87
4.2.6 – Caso 4 – Interligando fazendas.....	88
5 - Conclusão	93
Bibliografia.....	95

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 – REDE IP INTERNET – BACKBONE TELESC	11
FIGURA 2.1 – O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E A MANEIRA COMO ELE É USADO NA COMUNICAÇÃO	31
FIGURA 3.1 – AÇÃO DOS RÁDIOS MONOCANAL	51
FIGURA 3.2 – COMUNICAÇÃO PONTO MULTIPONTO COM UM SISTEMA DE RÁDIO.	61
FIGURA 3.3 – COMUNICAÇÃO PONTO MULTIPONTO COM DOIS SISTEMAS DE RÁDIO.	61
FIGURA 3.4 – USO DE REPETIDORA.....	64
FIGURA 4.1 – CONEXÕES CASO 1 COM MONOCANAL.....	71
FIGURA 4.2 – ANTENA PARABÓLICA DE GRADE 2.4 GHZ.....	73
FIGURA 4.3 – LÓBULO DE AÇÃO DA ANTENA PARABÓLICA DE GRADE	74
FIGURA 4.4 – ANTENA ONIDIRECIONAL	75
FIGURA 4.5 – MASTRO TIPO L	77
FIGURA 4.6 – MASTRO TIPO I	78
FIGURA 4.7 – PROTETOR COAXIAL.....	79
FIGURA 4.8 - VISÃO FRONTAL DO MÓDULO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO	81
FIGURA 4.9 - VISÃO TRASEIRA DO MÓDULO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO.	82
FIGURA 4.10 – PLACA DE RÁDIO SPREAD SPECTRUM DA LUCENT.	83
FIGURA 4.11 – SOLUÇÃO DVR	84
FIGURA 4.12 – WAN POR DVR	85
FIGURA 4.13 - DISPOSIÇÃO GERAL DA PRIMEIRA FASE REDE WIRELESS FISCHER.....	90

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 - CLASSIFICAÇÃO DE PROCESSADORES INTERCONECTADOS POR ESCALA.	23
TABELA 4.1 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA ANTENA PARABÓLICA.....	74
TABELA 4.2 – ESPECIFICAÇÕES FÍSICAS DA ANTENA PARABÓLICA.....	74
TABELA 4.3 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA ANTENA OMIDIRECIONAL	76
TABELA 4.4 – ESPECIFICAÇÕES FÍSICAS DA ANTENA ONIDIRECIONAL	76
TABELA 4.5 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E FÍSICAS DO MASTRO TIPO L	77
TABELA 4.6 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E FÍSICAS DO MASTRO TIPO I	78
TABELA 4.7 – ESPECIFICAÇÕES CABO RGC213U	79
TABELA 4.8 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E FÍSICAS PROTETOR COAXIAL.	80
TABELA 4.9 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E FÍSICAS DO MODULO.	80
TABELA 4.10 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E FÍSICAS DA PLACA DE RÁDIO.	83
TABELA 4.12 – INTERPRETAÇÃO DO MAPA.....	90
TABELA 4.13 – DESCRIÇÃO DOS ENLACES E A SEQUÊNCIA DA COMUNICAÇÃO.	91

Resumo

A necessidade de informação, nos mais diversos locais e das formas mais rápidas possíveis, fizeram com que as redes de comunicação estejam cada vez mais presentes em nosso cotidiano, especialmente através do uso das novas tecnologias. Dentre elas destaca-se a rede de computadores, onde os dados são transmitidos por meios físicos (cabos). O presente trabalho preocupa-se em estudar a transmissão de dados por ondas de rádio. Estuda alternativas para formar redes de comunicação LAN's e MAN's por rádio frequência (sem fios).

Preocupa-se em encontrar alternativas para interligar redes LAN's em locais inóspitos que tenham segurança e alta disponibilidade. Descreve as principais formas de CRF e identifica os recursos e as técnicas básicas de comunicação em RF.

A pesquisa ateve-se a três tipos de comunicação sem fio: "*packet radio*", monocal e "*spread spectrum*". Após várias experiências com cada tipo, constatou-se que a rádio frequência não é uma boa solução para todas as circunstâncias, mas é uma solução segura, confiável e adequada para a comunicação de dados, interligando redes LAN's em locais inóspitos. Esse sistema apresenta alta disponibilidade e privacidade, além de conceder aos usuários independência dos sistemas públicos e privados de comunicação.

Palavras-chaves: Redes sem fio, Monocal, Espalhamento Espectral, Packet radio.

Abstract

The need for high-speed information everywhere is demanding communications network ever increasingly present in our day to day use, particularly through new technologies. Among them the computer network has prominence, where data is carried physically by cable. The objective of this paper is to consider data transmission by radio waves. It searches alternate ways to form LAN's and MAN's communication networks by radio frequency wirelessly.

Its purpose is to find options to link LAN's networks safely and with high availability in places with no infra-structure. It describes the main CFR ways and identifies the resources and basic RF techniques.

The research focused to three types of wireless communication: Packet radio, single channel, and spread spectrum. After several experiments with each individual type, it was determined that the radio frequency is not an one-fit-all solution, but is a safe, reliable, and adequate solution for data communication, which links LAN networks in remote places. This system is widely available and offers high level of privacy, in addition to providing its users freedom from public and private communication systems.

Palavras-chaves: Network wireless, monkey channel, *Spread Spectrum* Packet radio.

1 - INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de informações, resultados on-line e a necessidade de uma informação estar disponível em vários locais distintos, faz com que as redes de comunicação estejam cada vez mais presentes no nosso dia a dia e isto leva-nos a buscar novas formas e meios de estabelecer comunicação.

A comunicação pode e vem sendo estabelecida entre entidade¹ de diversas formas. A fala e a mímica são as mais antigas formas de comunicação conhecidas pelo homem, seguidas pela escrita (valendo-se do meio físico o papel). A comunicação é estabelecida quando a entidade locutor/emissora envia uma mensagem/informação e o receptor a recebe da mesma forma que foi emitida e a interpreta como esperado pela entidade emissora.

Com a escrita somada a diferentes meios de transporte (homem, cavalo, fios, trens, carros, aviões, etc..., e também com a “fumaça”), ficou possível estabelecer comunicação com locais cada vez mais distantes.

Os nossos antepassados se comunicam conosco por meio de seus escritos, desde os mais elementares (que foram feitos nas rochas) até os mais comuns (que conhecemos hoje por pergaminhos, papiros cartas e livros). No meu modo de ver, é a forma de comunicação mais distante e abrangente que já foi estabelecida pelo homem, pois está alcançando gerações. Por não

¹ 1. O que constitui a essência duma coisa; ente, ser. 2. Tudo que existe ou pode existir. - NOVA FRONTEIRA, MINIDICIONÁRIO AURÉLIO, p186.

termos uma forma de responder para o passado podemos dizer que é uma comunicação Simplex² (Cf. Soares, 1995 p. 18). Fica registrado o nosso reconhecimento pelo incentivo que recebemos de nossos antepassados; de nos comunicarmos,.

Dadas as diversas necessidades, como por exemplo: diminuir o tempo de recebimento da informação, a informação chegar no destino correto, chegar de forma íntegra e inteligível e fazer com que ela chegue em lugares muitas vezes inusitados, reduzir o tempo e o custo de manutenção e aumentar a segurança, é que surgiram diversas soluções que foram evoluindo com o passar do tempo e que hoje continuam a evoluir, adaptando-se às novas necessidades e utilizando-se das novas tecnologias.

Dentre as diversas redes de comunicação, se destacam nos mais variados aspectos, as redes de computadores. Estas redes utilizavam-se, até algum tempo, exclusivamente de meio físico para transmissão dos dados.

Neste trabalho, será abordado um dos segmentos que tem se destacado e avançado e tem tido grandes avanços tecnológicos, que é a transmissão de dados por ondas de rádio. As Ondas de rádio são uma alternativa em relação aos outros meios físicos utilizados nas redes de comunicação. Dentro das redes de comunicação, enfocar-se-ão as redes de computadores.

² Comunicação em um único sentido.

1.2 – Objetivos

1.2.1 – Objetivo geral do trabalho.

Compilar informação referente ao sistema de comunicação por “rádio frequência”. Criar alternativas para formar as redes de comunicação, ou seja, redes de computadores, montando experiências em redes locais (Local Area Networks – LANs), redes Metropolitanas (Metropolitan Area Networks – MANs).

1.2.2 – Objetivos específicos.

- Encontrar soluções para interligar redes LAN's em locais inóspitos que não dispõem de outras alternativas.
- Encontrar um modelo de comunicação por rádio frequência que proporcione segurança e alta disponibilidade.
- Descrever as principais formas de CRF.
- Identificar os recursos e técnicas básicas de comunicação em RF, possibilitando a independência dos que necessitam transmitir dados.

1.3 - Justificativa

1.3.1 - A comunicação de dados

“A comunicação de dados constitui o processo de comunicação de informações em estado binário entre dois ou mais pontos.” (Held, 1999, p.18).

É desta forma que nos dias de hoje, as mais variadas formas de comunicação são estabelecidas entre diversos pontos e entidades.

A comunicação de dados se estabelece, valendo-se de recursos físicos e elétricos (Ex. Computador, cabos, energia elétrica, luz, placas de comunicação, etc...) para levar de um ponto a outro sinais³ que, no conjunto, revelam um dado/informação.

Na origem, de onde os dados saem, há um processo que transforma os dados em sinais e são transmitidos, na maioria dos casos, por meio de cabos até seu destino, onde ocorre um processo inverso ao da origem. O sinal é, assim, transformado em dados.

Com estes processos, a comunicação à distância é estabelecida utilizando-se as diferentes mídias, a escrita, o som (também voz) e as imagens (estáticas e dinâmicas). Alcançando distâncias cada vez maiores, formando uma rede de comunicação.

³ Os sinais usados são os elétricos, luminosos.

1.3.2 – A comunicação é indispensável

“Cada um dos três últimos séculos foi dominado por uma única tecnologia. O século XVIII foi à época dos grandes sistemas mecânicos, característica da Revolução Industrial. O século XIX foi à era das máquinas a vapor. As principais conquistas tecnológicas do século XX se deram no campo da informação”. (Tanenbaum, 1997, p. 1).

A época em que vivemos tem gerado uma grande necessidade de informações, objetivando reduzir custos, melhorar o atendimento, sanar dúvidas, ampliar conhecimentos, resolver problemas, proporcionar lazer e uma série de outras necessidades e facilidades.

A troca de informação com mais facilidades (menos custo, mais rápido, fácil manuseio, etc...) tem possibilitado o cruzamento das mesmas, criando novos conceitos e ampliando as possibilidades de aplicações; beneficiando assim, um maior número de pessoas em todo o mundo.

O aumento de conceitos e novas tecnologias têm requerido que profissionais atuem em diversos locais e disseminem seus conhecimentos para outros, levando sempre em conta o fator tempo. Não se tem tempo para esperar, tudo tem de acontecer o mais rápido e ininterruptamente possível. Vivemos o frenesi da informação atrelada ao tempo.

Estamos chegando ao ponto de depender da informação para viver ou morrer. Outrora, era tão somente plantar, colher e viver. Hoje, a informação de quem planta “o quê” é indispensável para que diversas indústrias determinem se admitem ou despedem funcionários e outras tantas questões que fogem do escopo desse trabalho. Baseadas na informação, inúmeras empresas vendem o que não tem, o que terão de produzir nos próximos anos, e com isso determinam o futuro de todos nós.

Quanto mais rápida a informação chegar em seu destino, mais rápidas as providências e decisões serão tomadas. É a busca da superação e essa por sua vez é reintegrada no processo, o que se torna superações em cima de superações.

Essa troca de informações, tão prontamente como dispomos tem encurtado as distâncias e a forma de mensurar o dia a dia. Onde se falava de anos, meses ou dias se fala em horas ou minutos e até segundos. O rumo é falar no dia à dia em milésimos de segundos ou microssegundos, visto que a troca de informação tem se superado a cada instante. Hoje é mais comum se falar da distância em unidades de tempo do que em unidades de superfície. Isso se dá pela importância maior que damos à informação; onde os meios físicos da distância não são mais barreiras para a informação e sim, o tempo.

É tudo isso que tem proporcionado a globalização e ela tem nos empurrado, cada vez mais, para a superação. Todos os segmentos estão sendo cobertos por essa onda. Não temos a escolha de ficar fora disso tudo. Ou estamos no meio da sociedade, ou a sua margem.

Devido às limitações impostas pelos recursos tecnológicos, financeiros, políticos, etc... ocorrem marginalizações, ou seja, entidades são colocadas à margem das informações; gerando atrasos, perdas, sofrimentos e etc...

Troca-se mais informações do que o dinheiro e os documentos, na forma tradicional em que são conhecidos.

1.3.3 – As vulnerabilidades, dependências e limitações.

Com este modelo de comunicação de dados, estamos vulneráveis, dependentes e limitados em qualquer tipo de rede, tanto LAN's, MAN's ou WAN's. Isso se dá pelo meio físico em que os dados são transmitidos: “os cabos”.

Enfrentamos diversas dificuldades na comunicação em virtude dos cabos. Melhorou significativamente a qualidade, a durabilidade, enfim, a tecnologia que os envolve. Mas ainda não foram solucionados alguns problemas, tais como:

Vulnerabilidade

Os meios físicos (cabos) estão vulneráveis a vários agentes, como:

- Homem – queimadas, máquinas e equipamentos que rompem os cabos, roubos de cabos, roubo de dados/informações, sabotagem.
- Animais – roedores em geral.

- Tempo – umidade, oxidação, ventos, enchentes, vida útil, novas tecnologias.

Estes fatores são geradores de interrupção da comunicação por tempo indefinido, em virtude da demora de encontrar o local do problema. - A superfície para localizar o problema (os cabos) pode ser de muitos quilômetros e estar enterrada, ou estar em meio a um canaleta com centenas de outros cabos. São fatores que retardam a localização exata do problema e o restabelecimento da comunicação. Sem falar que em muitos casos são vários pontos afetados, necessitando de várias equipes de manutenção e em algumas situações esperar que os fatores climáticos estejam favoráveis para que a manutenção seja feita.

Em meio a catástrofes⁴, quando mais se precisa dos sistemas de comunicação, estão inoperantes e geralmente os problemas são os cabos.

Dependência

A dependência é mais freqüentemente vista nos usuários da comunicação em redes MAN's e WAN's, mas também é encontrada nas redes LAN's. Quando se precisa de mais um ponto de rede é necessário furar paredes colocar canaleta para que os cabos possam passar e se interligarem. A dependência aqui é identificada na contratação de profissionais para executar o serviço que possibilitará aos cabos chegarem aos destinos.

⁴ Elas podem ser as guerras, onde o alvo inicial do inimigo, é interromper os meios de comunicação. Podem ser as ventanias as enchentes, etc...

Enquanto que, nas redes MAN's e WAN's se identifica à dependência nas seguintes formas:

- Grandes empresas ou empreendimentos.

Para que se possa estabelecer um canal de comunicação entre pontos distantes - link⁵, de um ponto a outro da cidade (MAN's) ou estabelecer link entre cidades ou estados

(WAN's), dispõe-se de duas alternativas:

- Contratar uma prestadora de serviços de comunicação – Nisto está implícito os custos de implantação, custos mensais (manutenção geralmente está incluída), velocidade do link atrelado ao custo mensal e um fator altamente preocupante que é a insegurança dos dados. Por estar se utilizando um meio público (outros também se utilizam), fica muito mais vulnerável à violação da informação.
- Criar seu próprio meio de comunicação – Esta opção é a menos indicada, quando se trata do modelo de comunicação que hoje é difundido, por meio dos cabos. Porque além de estar sujeito às problemáticas aqui expostas, surge também o fator pessoal: para manter uma equipe de manutenção, os custos seriam mais elevados do que terceirizar a uma prestadora de serviço.

Considerações do modelo atual em função das dependências - Novas rotas – O escoamento de dados, quando se utiliza cabo, tende a seguir o princípio da saturação. Aproveita-se o mesmo meio físico para atender vários usuários (empresas). Isto porque o custo do link (cabos) tem de se pagar,

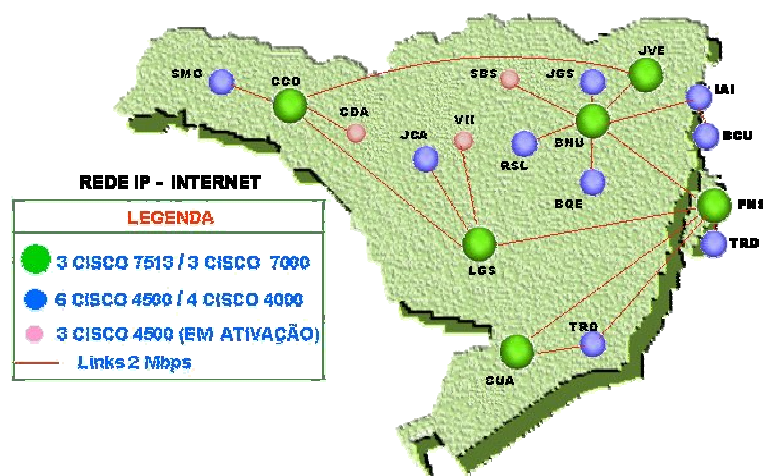
⁵ Ligar um ponto a outro.

enquanto que, ao criar um novo link por cabo, estará aumentando os custos tanto de implantação quanto de manutenção; aumentando também a área de vulnerabilidade. Em muitos casos, a criação de novos link's descongestionaria o sistema e conseqüentemente aumentaria a velocidade da comunicação.

É neste cenário que surgem as demoras e os congestionamentos na comunicação de dados. Isso ocorre porque as prestadoras utilizam os mesmos meios físicos para as redes públicas de pacotes e outros serviços (internet, STM400, Transpac, Rempac), e as redes privadas (link direto, LP, VPN, etc...), mesmo que para isso o dado percorra uma trajetória maior para chegar ao seu destino.

O cenário a seguir nos dá uma boa idéia de como ocorrem essas demoras e congestionamentos. No modelo do backbone (por cabos) de uma prestadora de Santa Catarina pode-se observar na figura 1.1 que um dado que saía de São Miguel do Oeste, cidade situada no extremo oeste de Santa Catarina, com destino a Francisco Beltrão situada no extremo oeste do Paraná, com distância aproximada entre elas de 113Km, indiscutivelmente esse dado terá de passar por Florianópolis, onde será identificado o destino e de onde será reencaminhado. Totalizando só no Estado de Santa Catarina um percurso desnecessário superior a 736 Km, não que a distância interfira diretamente na comunicação, mas, quanto maior a distância que a informação tiver de percorrer, mais suscetível estará aos fatores de vulnerabilidade já mencionados e em partes, até mesmo de velocidade devido a possíveis congestionamentos.

FIGURA 1.1 – REDE IP INTERNET – BACKBONE TELESC



Fonte: <http://www.telesc.net.br/pops.htm> em 29/06/00

O Caos geral – Isto ocorre na comunicação pelas prestadoras porque todos os serviços estão em cima do mesmo recurso; assim quando há um dano nos meios físicos há uma parada geral em todos os serviços de comunicação. Isto é, um grande risco em épocas de revoltas, guerras, efeitos do mau tempo, etc...

Limitações

Existem muitas cidades, comunidades, empresas, etc... que não tem acesso as redes MAN's ou VAN's por meio das concessionárias por estarem situadas em locais considerados inóspito ou inviáveis.

Esses locais são assim considerados, por vários motivos, tais como: distância em que se encontram dos centros econômicos, interessantes, por suas atividades não despertarem interesse financeiro, não serem atendidos pelos recursos técnicos, sem que os custos sejam elevados inviabilizando o investimento de implementação e manutenção.

As empresas construtoras de pontes, barragens, estradas, etc... também sofrem com as dificuldades de manterem contato por meio das redes de computadores com a matriz, fornecedores e outros pontos. Pois quando a obra é concluída o canteiro de obra, é desfeito e a estrutura montada para a comunicação é abandonada. Nestas circunstâncias, na maioria dos casos, o canteiro de obras se comunica por outros recursos não se utilizando das redes de computadores.

Em fazendas ocorre o desinteresse por parte das concessionárias, devido ao retorno ser considerado baixo ou os custos elevados para ser construído uma rede própria.

Com esta visão superficial da problemática da limitação, pode se chegar à conclusão de que uma fatia muito grande da população fica isolada; pelo ritmo em que andam os que dispõem da comunicação por computador. Andar no mesmo ritmo significa trocar e cruzar as informações ao mesmo tempo em que os outros o fazem. Não participar desse ritmo significa, perdas e atrasos. Perda de dinheiro, na produção de oportunidades, de negócios, atraso nos benefícios, na cultura, nas oportunidades, etc...

2 – REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – O início da comunicação de dados.

A comunicação de dados moderna envolve o uso de aparelhos elétricos ou eletrônicos para transmissão de informações sob a forma de símbolos e caracteres entre dois pontos. (..) Os sinais de fumaça das fogueiras dos índios americanos ou a reflexão da luz solar em um espelho também eram formas do mesmo tipo de comunicação de dados. Para levar essa idéia mais adiante, imagine as nuvens de fumaça como símbolos discretos, exatamente como os símbolos usados nos atuais sistemas de comunicação. (Held, 1999, p. 19)

As primeiras formas de comunicação de dados não se baseavam na eletricidade. Os primeiros usos da eletricidade foram divulgados em uma revista escocesa em 1753. Usava-se 26 fios para denotar as 26 letras do alfabeto, experimento este que não obteve muito sucesso devido à tecnologia de fabricação de fios. Em 1833 Carl Friedrich Gauss, desenvolveu uma técnica baseada no princípio de matriz onde estava inserido o alfabeto, sendo assim, só era transmitida a linha e a coluna para identificar a letra. Essa técnica permitia o uso de uma linha em lugar de 26 linhas. (Cf. Held, 1999, p. 20)

O telégrafo

Aconteceu no século XIX, pelo americano Samuel F. B. Morse, onde impulsos elétricos eram transformados em sinais sonoros e o operador

convertia-os aos caracteres do alfabeto. Permanecem até hoje as contribuições do telégrafo. Com ele foi introduzido o conceito de dois estados ou de dois valores, o qual é chamado de sistema binário.

O aparelho de telex

Os aparelhos de telex mantiveram-se nas comunicações de dados por 50 anos e interligaram inúmeros pontos por meio das operadoras; inclusive operadoras internacionais.

2.2 - A evolução da comunicação de dados em informática.

A necessidade de melhorar ainda mais a comunicação de dados surgiu com a difusão do uso dos computadores eletrônicos, introduzidos no início da década de 1950. Esses sistemas de computadores eram capazes de armazenar grandes quantidades de informações e de processá-las com rapidez. O equipamento de entrada e saída era muito melhor do que o teletipo e o aparelho de telex; assim, ele podia operar com velocidade muito maior. À medida que o uso de computadores aumentava, tornou-se necessário fazê-los se comunicarem uns com os outros. Como essa comunicação não necessitava de nenhum equipamento eletromecânico, teoricamente a transferência de dados poderia ocorrer a taxas muito rápidas. Porém, na prática, as taxas de transferência de dados são limitadas pelo meio de transmissão – principalmente pela rede de telefonia pública. (Held, 1999, p 34)

Os anos cinqüenta

Os computadores tinham pouca comunicação entre eles e as informações eram processadas em lote, baseando-se em cartões perfurados.

Os anos sessenta

O processamento em lote foi substituído pelo processamento on-line e a comunicação entre equipamentos de informática já se tornou mais presente.

Os anos setenta

A comunicação entre minicomputadores e computadores de grande porte torna-se mais comum e possível. Começam a existir mais computadores, mais terminais e mais canais de comunicação.

Os anos oitenta

Começou a figurar as redes WAN's de baixa velocidade. As LAN's já eram uma realidade segura, confiável e indispensáveis.

Os anos noventa

Aumenta a necessidade de comunicação entre diferentes tipos de computadores; as LAN's são pré-requisitos nas empresas. Os fornecedores lançam vários produtos de softwares e hardware para interligação de redes que permitam a interconexão de diversas LAN's. (Cf. Held, 1999, p. 40)

Os serviços disponíveis por redes são variados. A rede mundial de computadores, a Internet, se faz presente em muitas instituições, empresas e lares.

A Internet é o grupo que mais recebe adeptos, tanto os que oferecem produtos e serviços quanto os que desfrutam deles. Outras redes começam a

surgir dentro da rede Internet (VPN⁶ – virtual private network), inclusive novos conceitos como: intranet⁷, extranet⁸.

2.3 - Equipamentos e recursos para a comunicação de dados.

Muitos são os equipamentos (recursos) e especificações, disponíveis para a formação das redes de comunicação, objetivando a comunicação de dados. Os aqui citados, são grupos de equipamentos mais comuns em nossos dias para a implementação de uma rede de comunicação.

A utilização e disposição dos mesmos se dá mediante as diferentes necessidades de cada negócio, como: aplicações, distâncias, volume de dados, quantidade de equipamentos na rede, quantidade de usuários e etc..., em regra geral pode-se citar Soares, para entender a forma de uma rede em nosso dias.

“O sistema de comunicação vai se constituir de arranjo topológico interligando os vários módulos processadores através de enlaces físicos (*meios de transmissão*) e de um conjunto de regras com o fim de organizar a comunicação (*protocolos*)”. (Soares, 1995, p.17)

⁶ Redes privadas virtuais.

⁷ Redes com os serviços e tecnologia da Internet, aplicadas internamente em uma empresa.

⁸ Rede baseada na Internet, específica para determinados clientes externos.

2.3.1 – HardWare

Placa de rede

Também chamada de NIC (network interface card) ou placa Ethernet, é uma placa interna que pode ser adicionada a um computador (normalmente pc) para prover uma interface de hardware entre a mídia de transmissão (cabo, wireless) e o método de transporte (Ethernet, Fast Ethernet, Token-Ring, ATM, etc.) usado pelo PC para aquela mídia de transmissão. (Cyclades, 1999, p. 33)

Hub

O hub é um dispositivo que reside no core (núcleo) de uma rede ou sistema de cabeamento com topologia estrela. O hub se conecta a estações e a outros hubs. Dentro de uma LAN, um hub provê um local centralizado para conexões e gerenciamento de rede, permitindo aos gerentes de rede configurar e controlar LANs de grande porte geograficamente dispersas de um único ponto na rede. Pode-se conectar hubs juntos em uma topologia hierárquica estrela para se formar uma rede maior. (Cyclades, 1999, p.33)

Repetidor

Repetidores (ou Repeaters) são equipamentos que permitem aumentar a distância máxima entre as estações. É

definido para redes Ethernet o número máximo de quatro repetidores entre duas estações quaisquer. Um repetidor regenera os sinais digitais, o que permite estender o comprimento da rede. Repetidores podem conectar uma variedade de mídias de transmissão, tais como cabo coaxial fino e grosso. Repetidores regeneram sinais, e não executam nenhuma ação nos pacotes de dados, ao contrário de bridges e routers que tipicamente examinam e tomam decisões sobre os pacotes que eles recebem e então os processam. Os repetidores operam na camada física do modelo OSI. (Cyclades, 1999, p.35)

Bridge

Bridge é um produto com a capacidade de segmentar uma rede local em sub-redes com o objetivo de reduzir tráfegos ou converter diferentes padrões de LANs (de Ethernet para Token-Ring por exemplo).

As bridges diferenciam-se dos repeaters, pois manipulam frames ao invés de sinais elétricos. As bridges possuem vantagens sobre os repetidores, pois não retransmitem ruídos, erros, ou frames mal formados. Um frame deve estar completamente válido para ser retransmitido por uma bridge. Abridge atua na camada 2 do modelo de referência ISO/OSI. (Cyclades, 1999, p.35)

Switches

Ao contrário dos hubs convencionais de mídia compartilhada, onde todos os pacotes recebidos pelo hub são encaminhados para todas as estações conectadas à rede local; um switch direciona cada pacote recebido de uma de suas portas para uma porta específica de saída, para encaminhamento ao seu destinatário final. Os switches também podem operar em modo full duplex, significando que cada estação pode transmitir dados para a rede local independentemente das outras estações. Esta tecnologia de switching permite um throughput elevado e rápidas velocidades de envio de mensagens para todas as estações, transmitindo na rede local. (Cyclades, 1999, p.36)

Roteadores

Os roteadores (routers) decidem sobre qual caminho o tráfego de informações (controle e dados) deve seguir. Operam na camada de nível 3 do modelo de referência ISO/OSI e fazem o roteamento de pacotes entre redes locais ou remotas.

Os roteadores permitem que LANs tenham acessos a WAN. Normalmente um roteador tem uma porta LAN (Ethernet ou Token-Ring) e várias portas WAN (PPP, X.25, Frame-Relay, ISDN) e trabalham com IP ou IPX. (Cyclades, 1999, p.36)

Servidor de Terminais

Um Servidor de Terminal (Terminal Server) é um periférico independente numa rede Ethernet TCP/IP. Possui alimentação

própria, processador, memória, interface Ethernet - que permite conexão à rede TCP/IP (Cyclades, 1999, p.37)

Gateway

Os gateways atuam em todas as camadas do modelo ISO/OSI, e têm o objetivo de permitir a comunicação entre duas redes com arquiteturas distintas.

Estes equipamentos resolvem problemas de diferença entre tamanho máximo de pacotes, forma de endereçamento, técnicas de roteamento, controle de acesso, time-outs, entre outros. (Cyclades, 1999, p.38)

Servidor de Acesso Remoto

A definição de um Servidor de Acesso Remoto (aqui chamado somente de “RAS” – Remote Access Server), confunde-se, de certa forma, com a do Servidor de Terminais, sendo muito mais ampla.

Um RAS conecta usuários remotos a LANs através de modems (portas seriais RS-232), ISDN, ADSL ou outras tecnologias. Através do RAS, o usuário remoto tem acesso aos recursos da LAN – aplicações, impressoras, banco de dados, etc. – como se estivesse localmente conectado à LAN. (Cyclades, 1999, p.38)

Modens

Equipamentos capazes de realizar modulação e demodulação de sinais.

Um receptor que deseje recuperar um dos sinais transmitidos numa linha multiplexada na frequência, deverá conhecer a faixa de frequência que está sendo utilizada para a sua transmissão. Dessa forma, ele poderá deslocar o sinal recebido de forma a fazer o sinal desejado ocupar novamente a sua faixa original (de 0 a n Hz). O sinal *demodulado* pode, a seguir, ser filtrado para conter somente o sinal original. (Soares, 1995, p.56)

Meio de transmissão

Meios de transmissão diferem com relação à banda passante, potencial para conexão ponto a ponto ou multiponto, limitação geográfica devido à atenuação característica do meio, imunidade a ruído, custo, disponibilidade de componentes e confiabilidade.

A escolha do meio de transmissão adequado às aplicações é extremamente importante não só pelos motivos mencionados, mas, também, pelo fato de que ele influencia diretamente no custo das interfaces com a rede.

Qualquer meio físico capaz de transportar informações eletromagnéticas é passível de ser usado em redes de

computadores. Os mais comumente utilizados são o par trançado, o cabo coaxial e a fibra ótica. Sob circunstâncias especiais, radiodifusão, infravermelho, enlaces de satélite e microondas também são escolhas possíveis. (Soares, 1995, p. 93)

2.3.2 - Software

Sistema Operacional

Um software composto de um conjunto de rotinas que fornecem serviços básicos de uso geral que simplificam a utilização dos recursos de hardware de uma máquina. (Soares, 1995, p. 421)

Protocolos

Um protocolo é um conjunto de regras que orientam uma sequência temporal de eventos que têm lugar entre entidades não-hierárquicas – ou seja, entre equipamentos ou camadas do mesmo nível. (Held, 1999, p. 440)

2.4 - Classificação das redes.

As redes de computadores são classificadas conforme sua área física de abrangência. Essa área de abrangência determina qual tecnologia deverá ser empregada, ou seja, determinará quais equipamentos, protocolos, etc, são mais adequados. Vide Figura 2.1

Tabela 2.1 - Classificação de processadores interconectados por escala.

Distância do interprocessador	Processadores localizados no(a) mesmo(a)	Exemplo
0,1 m	Placa de circuitos	Máquina de fluxo de dados
1 m	Sistema	Multicomputador
10 m	Sala	Rede Local (LAN)
100 m	Prédio	
1 Km	Campus	
10 Km	Cidade	Rede Metropolitana (MAN)
100 Km	País	Rede Geograficamente Distribuída (WAN)
1.000 Km	Continente	
10.000 Km	Planeta	A inter-rede

Fonte: Tanenbaum, 1997, p. 9

2.4.1 - LANs

LANs (Local Área Networks ou Redes Locais) são basicamente redes de dados de alta velocidade, baixa taxa de erros de transmissão, cobrindo uma área geográfica relativamente pequena (até alguns poucos milhares de metros). As LANs conectam servidores, estações, periféricos, terminais e outros dispositivos em um ou mais edifícios ou outra área geograficamente limitada.

A transferência das mensagens é gerenciada por um protocolo de transporte como IPX/SPX, NetBEUI e TCP/IP. A transmissão física dos dados é executada pelo método de transporte (Ethernet (Nota do Autor – normas IEEE 802.3), Token-Ring (Nota do Autor – normas IEEE 802.5), etc...) que é implementado nas placas de rede ou NICs (Network Interface Cards) que vão dentro de cada equipamento. A mídia de transmissão utilizada é normalmente o cabo (par trançado, coaxial, fibra ótica) que interconecta cada placa de rede. (Cyclades, 1999, p.45)

... As LANs tradicionais são executadas a uma velocidade que pode variar de 10 a 100 Mbps, têm um baixo retardo (décimos de microssegundos) e cometem pouquíssimos erros.... (Tanenbaum, 1997, p. 10)

2.4.2 - MANs

Uma rede metropolitana, ou MAN, é, na verdade, uma versão ampliada de uma LAN, pois basicamente os dois tipos de rede utilizam tecnologias semelhantes. Uma MAN pode abranger um grupo de escritórios vizinhos ou uma cidade inteira e pode ser privada ou pública. Esse tipo de rede é capaz de transportar dados e voz podendo, inclusive, ser associado à rede de televisão a cabo local. Uma MAN tem apenas um ou dois cabos e não contém elementos de comutação, capazes de transmitir pacotes através de uma série de linhas de saída. A ausência desses elementos simplifica a estrutura.

A principal razão para se tratar as redes metropolitanas como uma categoria especial é que elas têm e utilizam um padrão especial. **Trata-se do DQDB (Distributed Queue Dual Bus)** ou, para as pessoas que preferem números a letras, do 802.6 (o número do padrão IEEE que o define). O DQDB consiste em dois barramentos (cabos) aos quais todos os computadores são conectados... Cada barra tem um head-end, um dispositivo que inicia a atividade de transmissão. O tráfego destinado a um computador localizado à direita do emissor utiliza o barramento superior. O tráfego à esquerda do emissor utiliza o barramento inferior. (Tanenbaum, 1997, p. 12)

... DQDB é uma sub-rede que pode ser usada como uma parte componente de uma MAN. Tipicamente uma MAN consiste em sub-redes DQDB interconectadas... (Soares, 1995, p. 251)

2.4.3 - WANs

Uma **rede geograficamente distribuída**, ou **WAM**, abrange uma ampla área geográfica, com frequência um país ou continente. Ela contém um conjunto de máquinas cuja finalidade é executar os programas (ou seja, as aplicações) do usuário. Seguiremos a tradição e chamaremos essas máquinas de host. O termo end system também é utilizado na literatura específica. Os hosts são conectados por uma sub-rede de comunicação ou, simplificando, uma sub-rede. A tarefa de sub-rede é transportar mensagens de um host para outro, exatamente como um sistema telefônico transporta as palavras da pessoa que fala para a que ouve. Essa estrutura de rede é altamente simplificada, pois separa os aspectos de comunicação pertencentes à rede (sub-rede) dos aspectos de aplicação (os hosts).

Na maioria das redes geograficamente distribuídas, a sub-rede consiste em dois componentes distintos: linhas de transmissão e elementos de comutação. As linhas de transmissão (também chamadas de circuitos, canais ou troncos) transportam os bits entre as máquinas.

Os elementos de comutação são computadores especializados usados para conectar duas ou mais linhas de transmissão. Quando os dados chegam a uma linha de entrada, o elemento de comutação deve escolher uma linha de saída para encaminhá-los. Infelizmente, não existe uma terminologia padrão para identificar esses computadores. Dependendo das circunstâncias, eles são chamados de nós de comutação de pacotes, sistemas intermediários e de centrais de comutação de dados, dentre outras coisas. Vamos chamar esses computadores de comutação de roteadores, mas o leitor deve levar em consideração que nesse caso existe um padrão. (Tanenbaum, 1997, p. 12)

2.4.4 – Considerações MAN's x WAN's

Considerando que as classificações das redes são em função das distâncias, ou seja, área de abrangência (tabela 2.1), e que em função dessa classificação é que se definem quais os recursos tecnológicos que serão utilizados (padrão a ser adotado). Na prática brasileira as redes metropolitanas ou MANs não são implementadas seguindo o padrão DQDB, ou seja, os recursos tecnológicos para a mesma são implementados utilizando-se o padrão para as redes geograficamente distribuídas WANs.

Segundo Soares as redes MANs, seguem a seguinte idéia de enlace:

Ao organizar os enlaces físicos num sistema de comunicação, confrontamo-nos com diversas formas possíveis de utilização das linhas de transmissão. Em primeiro lugar, as **ligações físicas** (grifo do autor) podem ser de dois tipos: ponto a ponto ou multiponto. Ligações *ponto a ponto* caracterizam-se pela presença de apenas dois pontos de comunicação, um em cada extremidade do enlace ou ligações em questão. Nas *ligações multiponto* observa-se a presença de três ou mais dispositivos de comunicação com possibilidade de utilização do mesmo enlace. (Soares, 1995, p.17)

Conforme a definição de Soares, anteriormente citado, referente a definição de MANs, a mesma teria de ser implantada com ligações físicas multiponto, interligando os diversos equipamentos em diferentes pontos formando uma única rede. O que ocorre na maioria das redes instaladas são ligações físicas, (ponto a ponto interligando sub-redes), que tem atendido e funcionado aceitavelmente.

Em regra geral, isso se dá, em virtude da complexidade existente na implementação dos meios de transmissão (cabos), o que leva a contratação das operadoras telefônicas para tal serviço. As mesmas só oferecem o serviço de comunicação de dados por meio de modens e como meio de transmissão, linhas telefônicas, enquanto que para implementação das WANs os meios de transmissão são cabos específicos e não linhas telefônicas.

Outras redes MANs, são formadas utilizando-se fibras óticas para interligar LANs em uma rede MAN (considerando a área geográfica) e, ainda assim, não é adotado o padrão DQDB, que prevê ligações física multiponto.

Concluo que, independe a tecnologia e o padrão a ser adotado na implantação de uma rede de computadores desde que sejam mantidas as qualidades mínimas necessárias para a comunicação e transmissão dos dados. Sendo assim, é plenamente possível e viável implantar redes MANs utilizando-se as técnicas e recursos das redes WANs.

2.5 – Redes sem Fio.

2.5.1 – O Espectro Eletromagnético

Tanenbaum (1997), explica com clareza o espectro eletromagnético:

Quando se movem, os elétrons criam ondas eletromagnéticas que podem se propagar através do espaço livre (inclusive em um vácuo). Essas ondas foram previstas pelo físico inglês James Clerk Maxwell em 1865 e produzidas e observadas pela primeira vez pelo físico alemão Heinrich Hertz em 1887. O número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamado de **freqüência**, f , e é medida em **Hz** (em homenagem a Heinrich Hertz). A distância entre dois pontos máximos (ou mínimos) consecutivos é chamada de **comprimento de onda**, que é

universalmente designada pela letra grega λ (lambda).
(tanenbaum, 1997, p. 107)

Tanenbaum (1997), explica como a comunicação é possível na rádio frequência:

O rádio, a microonda, o raio infravermelho e os trechos luminosos do espectro podem ser usados na transmissão de informações, desde que sejam moduladas a amplitude, a frequência ou a fase das ondas. A luz ultravioleta, o raio X e o raio gama representariam opções ainda melhores, já que têm frequências mais altas, mas eles são difíceis de produzir e modular, além de não se propagarem através dos prédios e serem perigosos para os seres vivos. (Tanenbaum, 1997, p. 107)

Com relação a classificação do espectro eletromagnético, Tanenbaum (1997) nos dá o seguinte entendimento: *“...essas frequências se baseiam nos comprimentos de onda; portanto, a banda LF (baixa frequência) vai de 1 a 10 km (aproximadamente, de 30 kHz a 300 kHz)...”*.

FIGURA 2.1 – O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E A MANEIRA COMO ELE É USADO NA COMUNICAÇÃO

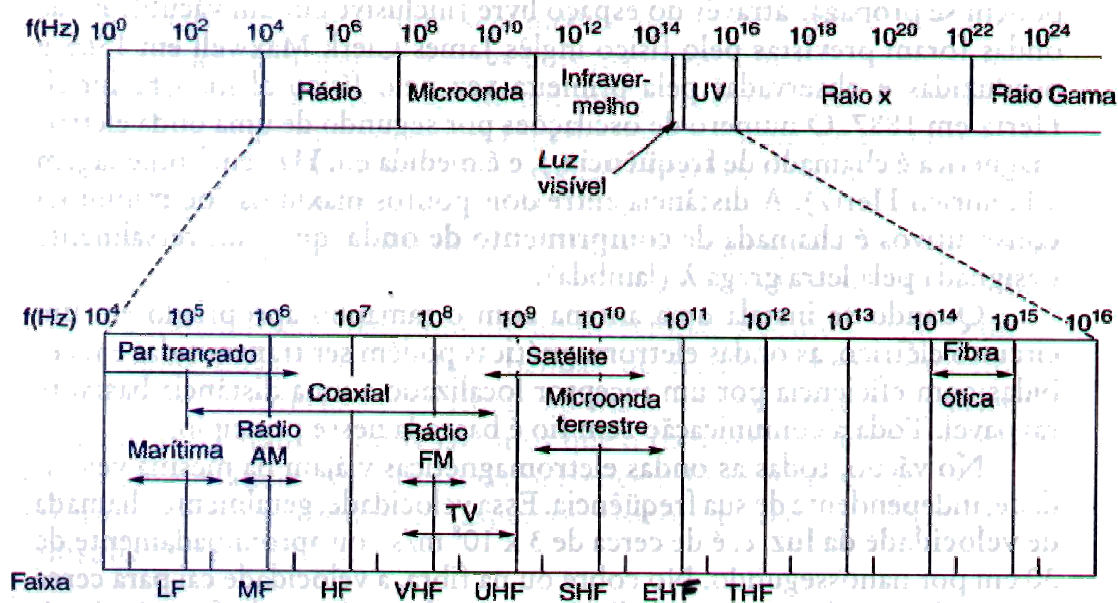


Figura 2.11 O espectro eletromagnético e a maneira como ele é usado na comunicação

Fonte: (Tanenbaum 1997, p. 108).

Tanenbaum (1997), ainda explica a relação informações trafegadas e as ondas eletromagnéticas:

O volume de informações que uma onda eletromagnética é capaz de transportar está diretamente relacionado a sua largura de banda. Com a tecnologia atual, é possível codificar alguns bits por Hertz em frequências baixas; no entanto, comumente esse número pode subir para 40 em determinadas condições nas frequências altas. (Tanenbaum, 1997, p. 108)

2.5.2 - Classificação do espectro eletromagnético

Segundo Antunes (1995, p. 5-10), o espectro eletromagnético é classificado como segue:

O conjunto de todas as ondas eletromagnéticas constitui o espectro eletromagnético. Este espectro está dividido em grupos de comprimentos de onda, segundo o sistema decimal.

As ondas eletromagnéticas estão assim divididas:

- ondas audíveis
- radiodifusão
- infravermelho
- espectro visível
- raios ultra-violetas
- raio x
- raios Gamma
- raios cósmicos

2.5.2.1 - ONDAS AUDÍVEIS

As frequências compreendidas nas ondas audíveis são: 20Hz até 20.000Hz.

Partindo da fórmula:

$$\lambda = v / f = \frac{300.000 \text{ Km} / \text{s}}{f} \text{ teremos:}$$

$$\lambda = 300.000 / 20 = 15.000 \text{ Km}$$

$$\lambda = 300.000 / 20.000 = 15 \text{ Km}$$

Em termos de ondas sonoras, o comprimento de onda é bem menor, pois a velocidade de propagação é de 333 metros por segundo.

Assim, temos:

$$\lambda = 333 / 20 = 15,65 \text{ m}$$

$$\lambda = 333 / 20 = 0,02 \text{ m}$$

2.5.2.2 - RADIODIFUSÃO

As ondas de radiodifusão são aquelas empregadas em rádio, TV e telecomunicações. O espectro de frequência de 10KHz até 3.000 GHz (giga-Hertz).

2.5.2.3 - INFRAVERMELHO

Infravermelho é um tipo de radiação eletromagnética que se manifesta em forma de calor. Cobre a faixa de 750GHz até 3 THz (tera-Hertz).

2.5.2.4 - ESPECTRO VISÍVEL

Dentro deste grupo se encontram todas aquelas radiações capazes de provocar sensações visuais. Cobre as cores visíveis, na faixa de 375×10^{12} até 760×10^{12} (0,8 a 0,4 mili-mícron). O micron é mil vezes menor que o milímetro.

2.5.2.5 - RAIOS ULTRA-VIOLETA

São raios invisíveis – aqueles responsáveis pelo bronzeado do corpo – atuantes nas frequências de 750×10^{12} até 3×10^{16} Hz.

2.5.2.6 - RAIOS X

Os raios x ou raios Roentgen, envolvem frequências compreendidas entre 3×10^{16} Hz e 6×10^{19} Hz.

2.5.2.7 - RAIOS GAMA

Estas radiações são provenientes de materiais radioativos e se propagam nas frequências compreendidas entre 6×10^{19} a 3×10^{22} Hz

2.5.2.8 - RAIOS CÓSMICOS

Estes são raios que chegam na Terra por fenômenos físicos e estão acima de 3×10^{22} Hz.

2.5.2.9 - Observação

Mega Hertz= $10^6 = 1.000.000$ Hz

Giga Hertz= $10^9 = 1.000.000.000$ Hz

Tera Hertz= $10^{12} = 1.000.000.000.000$ Hz

À partir destas unidades, representamos o valor por potência de dez pois os valores formam um número atômico.

2.5.2.10 - CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS DE RÁDIO POR COMPRIMENTO DE ONDA.

“Também vistas como ondas de radiodifusão”

As ondas exclusivamente de rádio estão compreendidas nas frequências de 10KHz até 3.000GHz. Esta gama de frequência foi dividida em 1953 pelo

CCIR – Comitê Consultivo Internacional de Radiofusão, em oito grupos, segundo o comprimento da onda. Descreveremos cada grupo.

2.5.2.10.1 - VLF – Ondas Miriamétricas

VLF (do inglês, frequência muito baixa), compreende as frequências de 10 a 3 KHz. Um miriâmetro equivale a 10 mil metros. Logo, o comprimento de onda desta categoria compreende de 30.000 a 10.000 metros (3 a 10 miriâmetros).

As características destas ondas são: propagação por onda terrestre, atenuação débil e estabilidade boa. É utilizada para enlaces de rádio a grande distância.

2.5.2.10.2 - LF – Ondas Kilométricas

LF (baixa frequência), compreende as frequências de 30 KHz a 300KHz, que equivale a comprimentos de onda de 1 a 10 quilômetros

São de características semelhantes às ondas VLF, porém, menos estáveis. São utilizadas na navegação aérea e marítima.

2.5.2.10.3 - MF – Ondas Hectométricas

MF (frequência média), envolve as frequências compreendidas entre 300KHz e 3.000KHz (0,1 a 1Km ou 1 a 10 hectômetros).

Possui alta absorção durante o dia e boa propagação pela ionosfera durante a noite. São empregadas em radiodifusão.

2.5.2.10.4 - HF – Ondas Decamétricas

HF (alta frequência), compreende a gama de 3 a 30 MHz, na faixa de comprimento de onda entre 10 a 100 metros.

A propagação destas ondas é proveniente da ionosfera e são empregadas em comunicações a longas distâncias.

2.5.2.10.5 - VHF – Ondas Métricas

VHF (frequência muito alta), compreende as frequências de 30 a 3.000MHz, correspondente a comprimentos de onda de 1 a 10 metros.

A propagação destas frequências é direta, sendo as mesmas utilizadas por emissoras de rádio FM e TV.

2.5.2.10.6 - UHF – Ondas Decimétricas

UHF (frequência ultra-elevada), envolve as frequências compreendidas entre 300 e 3.000 MHz (1 a 10 centímetros, razão do nome decimétricas).

Estas ondas são utilizadas em enlaces de rádio, televisão (canais 14 a 83), radar e navegação aérea.

2.5.2.10.7 - SHF – Ondas Centimétricas

SHF (frequência super alta), é a classificação para as frequências de 3 a 30 GHz, com comprimentos de onda compreendidos entre 1 a 10 centímetros.

A propagação é exclusivamente direta. Sua principal utilização é em radar e enlaces de rádio.

2.5.2.10.8 - EHF – Ondas Milimétricas

EHF (frequência extremamente elevada), engloba frequências de 30 a 300GHz, com os comprimentos de onda correspondentes a 1 a 10 mm.

Também são utilizadas em radar e em enlaces de rádio.

2.5.2.11 - CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS DE RÁDIO POR BANDA.

Apesar desta divisão, há outro tipo de classificação das ondas de rádio. Esta outra classificação é dividida em BANDAS.

Estas bandas não obedecem aos princípios do comprimento de onda. Antes, são classificadas pelas aplicações e utilizações.

No que diz respeito aos radioaficionados, são várias bandas em que podem transmitir.

A classificação por bandas é dada a seguir.

2.5.2.11.1 - OL – Ondas Largas

160 a 525 KHz Radiofusão e navegação

2.5.2.11.2 - OM – Ondas Médias

525 a 1605 KHz Radiofusão

2.5.2.11.3 - OP – Ondas Pequenas

1605 a 2300 KHz Comunicações marítimas

2.5.2.11.4 - OC – Ondas Curtas

2,3 a 2,498 MHz: radiodifusão

2,498 a 3 MHz: teletipo

3 a 3,4MHz: radiodifusão

3,4 a 3,8 MHz: radioamador 80 metros

3,8 a 6,2MHz: radiodifusão

7 a 7,1MHz: radioamador 40 metros

9,5 a 9,7MHz: radiodifusão

9,7 a 14 MHz: serviços fixos e móveis

14 a 14,25MHz: radioamador 20 metros

15,1 a 15,45MHz: radiodifusão

17 a 17,9MHz: radiodifusão

17,9 a 21MHz: serviços fixos e móveis

21 a 21,45 MHz: radioamador 15 metros

21,45 a 21,75 MHz: radiodifusão

21,75 a 25,6 MHz: navegação aérea

25,6 a 26,1 MHz: radiodifusão

28 a 29,7MHz: radioamador 10 metros

2.5.2.11.5 - VHF

41 a 68 MHz: banda I TV

79,8 a 87,5 MHz: serviços fixos e móveis

87,5 a 108 MHz: Banda II TV e rádio FM

108 a 136 MHz: aviação

136 a 137 MHz: meteorologia via satélite

138 a 139 MHz: aviação

144 a 146 MHz: radioamador 2 metros

146 a 174 MHz: serviços móveis

174 a 233 MHz: banda III TV

233 a 300 MHz: serviços fixos e móveis

2.5.2.11.6 - UHF

430 a 440 MHz: aficcionados

470 a 920 MHz: TV

920 a 1600 MHz: astronomia, comunicações especiais

1600 a 1700 MHz: meteorologia via satélite

2500 a 2690 MHz: radiodifusão e TV via satélite

2690 a 2700 MHz: radioastronomia

Com esta classificação dada por Antunes (1995), poderemos entender as leis que regulamentam a utilização das referidas faixas de frequências, têm como esclarece as experiências realizadas.

2.5.3 – Aspectos legais

A ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações é o órgão governamental no Brasil, que estabelece as normas e propósitos, para a utilização de determinada frequência e também emite licenças específicas para “estações” emissoras de sinais.

A utilização do espectro eletromagnético requer uma licença que é emitida pela ANATEL, mediante um pedido que é formalizado por meio do preenchimento adequado dos formulários apropriados.

Formulários ANATEL

011, 027, 165, 104, 105 – Os mesmos poderão ser adquiridos diretamente na ANATEL bem como no site <http://www.anatel.gov.br> , serviços privados, formulários.

Leis aplicáveis

As principais leis, decretos e normas bem como portarias, que dizem respeito ao escopo deste trabalho estão abaixo relacionadas e poderão ser encontradas, na íntegra, no site da ANATEL (<http://www.anatel.gov.br>), que dispõe de um sistema de busca, bem como várias explicações e orientações.

Lei nº 9.472 de 16/07/97;

Decreto nº 2.197 de 08/04/97;

Norma nº 13/97, portaria nº 445 de 18/09/97;

Súmula nº 002 de 07/05/98;

Resolução nº 68 de 20/11/98;

Resolução nº 73 de 25/11/98.

Portaria 814 de 16/07/96 aprova norma 12/96

3 – SISTEMAS AVALIADOS DE REDES SEM FIO

São diversos os sistemas de comunicação de dados sem fio. Dentre estes, selecionei três a serem estudados para atenderem ao objetivo desta pesquisa.

Os critérios de seleção, que resultaram nos três sistemas estudados, foram baseados também no objetivo da pesquisa e ateram-se aos que disponibilizassem independência, na operação e até mesmo instalação, os que apresentavam os mais baixos custos e os que fossem mais próximo ao que já vem sendo usado para outras aplicações.

Resultaram desta seleção os três seguintes meios de comunicação sem fio: packet radio, mono canal, spread spectrum, que serão pesquisados e avaliados buscando atenderem ao objetivo do trabalho. Não fará parte do escopo de trabalho pelos motivos já expostos, as comunicações por satélite, WAP (Wireless Application Protocol) por celular, e rádios de longo alcance e alta performance em micro ondas.

3.1 – *Packet radio*

Packet radio é um modo digital de comunicação dos radioamadores que é similar à telecomunicação dos computadores e iniciou-se durante o projeto ARPANET; o mesmo que deu origem à internet.

Tem seu funcionamento na topologia estrela, sendo que os pontos remotos se conectam ao gateway, um ponto central em que há troca e tratamento dos pacotes com os seus respectivos serviços. Este gateway poderá ter conexão por rede local ou remota com outros gateway ou redes.

3.1.1 - Os equipamentos.

Interface de packet

O **Terminal Node Controller (TNC) ou interface de packet**, comparado as conexões discadas por modem, este equipamento TNC faria o papel do modem, de modular e demodular o sinal. É conectado ao computador por meio de cabo serial. Existem também algumas placas (SCC) que são instaladas em slots, no interior do computador.

Antenas

Cada rádio terá uma antena apropriada para comunicarem-se.

Sistema de rádio

Compõe um sistema de rádio um equipamento de rádio ou transceptor, uma antena, um cabo para conectar a antena ao rádio e um outro cabo para conectar o rádio no TNC.

O papel do sistema de rádio é de transmitir os pacotes modulados pelo TNC e captar os pacotes recebidos do sistema em que está trocando informações, chamado de gateway, e entrega-los ao TNC. Em outras palavras,

é o equipamento que converte os dados formatados pela interface packet (TNC) em energia eletromagnética, que é entregue à antena para transmissão. Ocorre também o inverso: a energia eletromagnética proveniente da antena é selecionada e convertida em formato legível pela interface de packet.

As antenas influenciam na qualidade do sinal e também na distância para o enlace. Existem diversos tipos de antenas e são para as frequências em que irão operar.

Computador

Não poderia ser diferente. Para fazer uma comunicação de dados por computador tem de ter um computador e é ele quem será a interface entre o usuário e o sistema de comunicação; é nele que estarão os softwares para os respectivos serviços. Tanto no lado do servidor como no do cliente.

Torre

Em geral se faz necessário uma estrutura alta para a fixação das antenas.

3.1.2 - Os software

Como em uma rede de pacotes qualquer, são necessários os softwares clientes para desfrutar dos serviços disponíveis na rede em questão.

Todos os softwares para internet ou intranet são plenamente suportados por este meio de comunicação, pois a diferença entre as redes de packet radio e as por cabos são o meio físico de propagação do sinal e consequentemente o que muda são os protocolos de acesso ao meio. Isto é transparente para o usuário final, ou seja, é transparente para o nível de aplicativos.

São também necessários os firmware para os TNC, ou seja, os drivers para que o computador reconheça o equipamento TNC. Estes softwares são distribuídos gratuitamente na rede. E também o software que implementava o protocolo TCP/IP e seus serviços básicos para a Internet, e o protocolo AX25 com os serviços básicos inerentes a esta rede de pacotes.

O 'NOS' (Network Operating System), sofreu evoluções e inúmeras contribuições em sua estrutura, dando origens a outras variantes. O JNOS (J de Johan Reinada - WG7J), rodando em PCs 386 (ou maiores) com plataforma MSDOS, e também o TNOS (T de Tampa-Flórida/USA, implementado por Brian Lantz - indicativo KO4KS), rodando em plataforma Linux.

3.1.3 – Considerações Gerais

Considerações sobre o packet rádio:

- Baixo custo de operação, após sua instalação os custos serão anuidades com o gateway em que estiver utilizando. Estas anuidades são, em geral, muito baixas.

- Alcança longas distâncias, podendo chegar a 40 ou 50 km.
- Opera nas frequências de faixa cidadão, ou seja, de rádio amador, frequências liberadas sem necessidade de projetos junto a ANATEL.
- O operador necessita de uma licença da ANATEL para operar o sistema. A licença é concedida após conseguir aprovação em um teste aplicado por órgãos representantes da ANATEL.
- Grau médio de dificuldade na instalação e configuração do sistema.
- Os diversos pontos espalhados se comunicam com um ponto central a ser configurado como o GATEWAY, onde terá os servidores de aplicativos.
- As taxas de transferência são compatíveis com os modems analógicos para linhas telefônicas.

3.1.3.1 – Serviços possíveis

Vários serviços são possíveis de serem usados em uma “intranet”, com as características da rede packet rádio, observando o volume de informações que deverão trafegar e, também, é necessário avaliar o crescimento da empresa e das necessidades da rede.

Se o crescimento previsto para a utilização da rede ainda se enquadra nas potencialidades da packet rádio, ela poderá se apresentar como uma boa alternativa de comunicação.

Os serviços possíveis são:

E-mail – Serviço de e-mail em formato texto e sem imagens, reduzindo os dados à informação que interessem à empresa.

Telnet – Para operar sistemas por telnet onde o fluxo de dados transmitidos ou recebidos são poucos.

FTP – Transferência de arquivos que se fizerem necessários; uma grande produtividade se programado para serem transferidos em horários de menor uso da rede.

WEB - Elaborada e dimensionada para a velocidade disponível, ou seja, com imagens bem pequenas e indispensáveis, contendo informações de utilidade para a empresa como difundir os procedimentos, acompanhar o desenvolvimento de determinadas tarefas, baseando-se, por exemplo, nos serviços WAP, etc...

3.1.3.2 – Aplicações

São diversas as aplicações que este recurso torna possível, desde que a velocidade da comunicação atenda as necessidades, em geral, das empresas que tenham um parque geograficamente distribuído em várias pontos, num raios de +/- 50 km.

Se a empresa, já dispõe de um sistema de comunicação por faixa cidadão (rádioamador), tem um perfil bastante apropriado e favorável, pois estarão reaproveitando recursos já disponíveis para propiciar outras facilidades. Frequentemente, as empresas que utilizam rádios amadores para comunicar-se com outros postos, não dispõem de um meio para formar uma rede MAN, para interligar as redes locais, não tem prestadora de serviço telefônico.

Exemplos:

Empresas de produção de frutas, que são compostas por várias fazendas.

Empresas de extração e tratamento de madeiras, que também são compostas por várias fazendas vizinhas entre si.

Postos de saúde de um município poderão ser interligados entre si e com a secretaria de saúde do município.

Sub-secretarias ou sub-prefeituras, interligadas entre si.

3.2 – Monocanal

Os rádios monocanal foram desenvolvidos para telefonia rural, onde possibilitam conectar um aparelho telefônico a rede pública de comunicações ou a uma central telefônica privada à distâncias de até 70 Km. Bastante utilizado nas propriedades rurais aonde não chegam os serviços telefônicos.

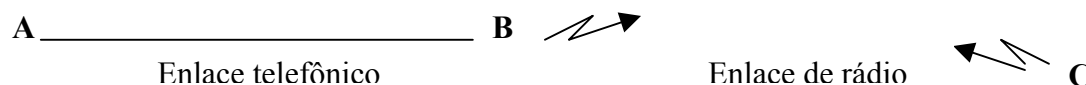
3.2.1 – Funcionamento

O sistema opera na faixa de 240 à 262 MHz e utiliza um enlace via rádio para ligar os dois pontos desejados. O usuário final utiliza-o como um telefone normal.

Estes rádios são em pares, ou seja, são dois equipamentos, onde um é conectado a linha telefônica, chamado de **base**, em algum ponto no centro urbano onde disponha de linha telefônica e, o outro, é levado ao ponto remoto de onde se deseja ter acesso a linha telefônica, chamado de **remoto**. Neste rádio remoto conecta-se um aparelho telefônico e teremos o sinal telefônico recebido da base, por meio de rádio.

Na figura 3.1 temos um esboço de onde é aplicado e como é aplicado um radio monocal. Considerando o ponto `A` como sendo o local onde se tem o computador que oferece os serviços desejados, o ponto `B` como o local onde se tem uma linha telefônica qualquer, podendo ser do sistema público como o sinal de uma central particular. Neste ponto `B` teremos um dos rádios, a base, que é conectada a linha telefônica e, no ponto `C`, temos o local de onde se deseja conectar o computador que dispõe dos serviços oferecidos, ou seja, o ponto `A`. Vale ressaltar que o ponto `C` apresenta-se em um local inóspito, sem condições de dispor de uma linha telefônica; é nele que se instala o segundo rádio, “o remoto”.

FIGURA 3.1 – AÇÃO DOS RÁDIOS MONOCANAL



Tendo-se uma linha telefônica é possível a utilização de técnicas já bastante difundidas para a comunicação de dados, utilizando-se um modem assíncrono, lembrando que a linha telefônica poderá chegar em qualquer lugar até 70 Km, por meio dos rádios monocanal.

O rádio base pode obter o sinal de linha de uma central particular, ou seja, pode ser um ramal do sistema telefônico da empresa. que se conecta ao servidor de serviços, por outro ramal, por meio de um processo discado de ramal para ramal.

Deste modo, estando o servidor de serviços em uma máquina distante, poderá ser acessada por chamada telefônica local ou interurbana, e a conexão pode também ser feita por conexão a um provedor de serviço da internet, entrando, assim, na rede mundial.

Para poder ser feita a transmissão de dados são necessários modems assíncronos, um a ser instalado no lado remoto, sendo ligado ao rádio remoto como se fosse a linha telefônica, no ponto 'C', vide figura 3.1, e o outro modem deve estar na máquina que disponibilizará os serviços de dados, no ponto 'A', vide figura 3.1.

3.2.2 – Equipamentos

Rádios monocal

O rádio mono canal opera em par, ou seja, são dois equipamentos de rádio que se comunicam somente entre si, onde um será a base e o outro remoto.

Antenas

Cada rádio terá uma antena apropriada para se comunicar.

Cabos

Para conectar a antena nos rádios e à linha telefônica no rádio base é necessário outro cabo para conectar o rádio remoto ao aparelho telefônico, aparelho de fax ou a um modem.

Computador

Em uma comunicação de dados por computador tem que haver um computador. Na ponta remota o computador será a interface entre o usuário e o sistema de comunicação. É nele que estarão os softwares clientes para os respectivos serviços a serem acessados.

No lado do servidor de aplicativos, os serviços disponíveis poderão estar distribuídos em vários servidores (computadores) ou todos em uma única máquina. Esta decisão dependerá do administrador da rede, baseado nos recursos consumidos por cada serviço disponibilizado.

Torre

Em geral, se faz necessário uma estrutura alta para a fixação das antenas.

3.2.3 – Softwares

Os softwares que se fazem necessários, são para o computador do ponto remoto e para o lado de onde fica o servidor de aplicativos.

- No lado do servidor de aplicativos;
- Os Softwares de servidor dos serviços oferecidos;
- Os protocolos convencionados para os respectivos serviços e para a comunicação;
- E um serviço de Serviço de Acesso Remoto (R.A.S.) que possibilitará o acesso discado aos servidores de serviços.

No lado do cliente remoto:

- Os softwares clientes para os respectivos softwares servidores;
- Os protocolos de acesso;
- E software de discagem, para conectar ao servidor de serviços e levantar os protocolos a serem usado na comunicação.

3.2.4 – Aplicação

São diversas as possíveis aplicações, como já citado, para o sistema packet rádio. As mesmas aplicações são válidas desde que sejam avaliadas as considerações seguintes:

Também atende satisfazendo em muito as necessidades dos que tem residência na cidade e desejam ter uma extensão telefônica na casa de campo de onde poderão manter contato com os negócios, com a empresa, acessando e-mail, web, bancos e todos os outros serviços disponíveis na arquitetura cliente/servidor.

3.2.5 - Considerações

Este sistema de comunicação requer licença da ANATEL e é concedido mediante projeto detalhado com os respectivos formulários conforme comentado anteriormente na seção 2.5.3.

Os rádios monocanais só se comunicam entre o par, ou seja, é uma comunicação ponto a ponto. Não é possível um segundo rádio remoto se comunicar com a base, mesmo quando esta se encontra em estado de ociosidade.

A comunicação não pode ser dedicada. Isto se dá devido ao super aquecimento nos rádios quando os mesmos ficam ligados continuamente, podendo queimar os componentes. O consumo dos monocanais em repouso é

de 10 w e em comunicação é de 60 w, o que aumenta muito o calor em função da energia consumida.

A taxa de transferência de dados alcançada com este sistema foi de 21.200 bps, mesmo com modems de capacidade superior. Os rádios monocanal não dão uma vazão para dados, superior as taxas registradas, isto em função da arquitetura interna que gera perdas na conversão do sinal digital em energia eletromagnético e também esta perda ocorre no processo inverso na conversão da energia eletromagnética em sinal digital.

3.3 – Spread Spectrum

SILVA (1998) , sintetiza com clareza o que devemos entender por Spread Spectrum.

A técnica de espalhamento espectral com sinais de rádio frequência de banda larga, provendo maior segurança, integridade e confiabilidade, em troca de um maior consumo de banda. Há dois tipos de tecnologias *spread spectrum*: a FHSS, *Frequency-Hopping Spreap Spectrum* e a DSSS, *Direct-Sequence Spread Spectrum*.

A FHSS usa uma portadora de faixa estreita que muda a frequência em um código conhecido pelo transmissor e pelo receptor que, quando devidamente sincronizados, o efeito é a manutenção de um único canal lógico.

A DSSS gera um *bit-code* (também chamado de *chip* ou *chipping code*) redundante para cada bit transmitido. Quanto maior o *chip* maior será a probabilidade de recuperação da informação original. Contudo, uma maior banda é requerida. Mesmo que um ou mais bits no *chip* sejam danificados durante a transmissão, técnicas estatísticas embutidas no rádio são capazes de recuperar os dados originais sem a necessidade de retransmissão. (SILVA, 1998)

Na questão de segurança, a técnica de espalhamento espectral ou de frequência, tem umas qualidades que para nossa época se mostra como um ponto positivo no quesito segurança, conforme explicam os estudantes de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações da PUC de Minas Gerais (fonte - www.spreadspectrum.cjb.net, 01/2001).

O Spread Spectrum (Espalhamento de Frequência) é uma técnica de codificação para transmissão digital, bastante resistente a interferência e interceptação, pois transforma o sinal de informação de maneira que ele se assemelhe a um ruído. O ruído possui um espectro achatado e uniforme sem picos coerentes e que podem geralmente ser removidos por filtragem. Por causa dessa característica de se assemelharem a ruídos os sinais Spread Spectrum são difíceis de serem interceptados, demodulados, ou ainda misturados a sinais de banda estreita.

A técnica de codificação do Spread Spectrum modifica o espectro do sinal, espalhando-o de tal forma que o novo espectro possui uma densidade de

potência muito menor, mas a mesma potência total. Esta é, então, a primeira importante característica de um sistema de transmissão Spread Spectrum:

A largura de banda do sinal transmitido é muito maior do que a largura de banda da informação propriamente dita.

3.3.1 – Equipamentos

Rádio

São diversos os tipos, os fornecedores, a capacidade de transmissão e as características dos diversos sistemas de rádios em espalhamento de frequência, sendo que alguns trabalham até como placas de rede ethernet. As principais características são:

Velocidade de comunicação – variam de 64 Kbps à 100 Mbps, os mais comuns de 2Mbps, 10 Mbps e 11 Mbps.

Conexão – Tem em interface serial, em barramento interno para micros, em cartões PCMCIA Tipo II.

Alcance – Cada equipamento difere em alcance máximo, vai desde 600 m em ambiente aberto a até 100Km, com ganho em antenas.

Antenas

Cada rádio terá uma antena apropriada para se comunicar. As antenas apresentam-se em internas e externas, onidirecional e direcional e também

diferenciam-se pela capacidade em “dBi”, quanto mais dBi maior a distância coberta. Outra característica das antenas para esta modalidade é que elas podem se apresentar em formato de espinha de peixe, ou seja, as Yagi, parabólicas ou bastão (são as onidirecional).

Cabos

Usa-se para conectar a antena no equipamento de rádio e quando o rádio for externo, ou seja, fora do computador, um cabo para conectar o rádio ao computador.

Computador

Na ponta remota o computador será a interface entre o usuário e o sistema de comunicação. É nele que estarão os softwares clientes para os respectivos serviços a serem acessados.

No que diz respeito ao servidor de aplicativos, os serviços disponíveis poderão estar distribuídos em vários servidores (computadores) ou todos, em uma única máquina. Esta decisão dependerá do administrador da rede, baseado nos recursos consumidos por cada serviço disponibilizado.

Os rádios podem ser conectados a um computador, via serial, ou pelo barramento do PC. Existem rádios que apresentam a possibilidade de serem conectados na rede; eles apresentam uma interface Ethernet, UTP.

As duas modalidades de conexão são capazes de funcionarem como gateway, atendendo toda uma rede de computadores para comunicar-se com outras redes de computadores.

Torre

Em geral se faz necessário uma estrutura alta para a fixação das antenas. Esta comunicação requer ser visada direta, ou seja, as antenas tem de estarem posicionadas de tal modo que não haja obstáculos entre elas.

3.3.2 – Softwares

Assim como no sistema de transmissão por monocal e ao contrário do sistema packet rádio, não é necessário nenhum software específico. Os softwares que se fazem necessários, são para o computador do ponto remoto e para o lado onde fica o servidor de aplicativos.

No lado do servidor de aplicativos:

- Os Softwares de servidor dos serviços oferecidos;
- Os protocolos convencionados para os respectivos serviços e para a comunicação;
- Drivers para reconhecimento do rádio pelo sistema operacional do computador que está atuando como gateway.

No lado do cliente remoto:

- Os softwares clientes para os respectivos softwares servidores;
- Os protocolos de acesso;

- Drivers para reconhecimento do rádio pelo sistema operacional do computador que está atuando como gateway.

3.3.3 – Aplicações

Dada a característica de possuir alta velocidade e bom alcance, torna possível muitos serviços, surgindo assim várias aplicações.

Todas as aplicações já citadas para os sistemas packet rádio, monocanal e mais as que são hoje utilizadas por meio das conexões dedicadas pelo sistema telefônico.

Em outras palavras, onde há a necessidade de interligar computadores ou redes de computadores a tecnologia Spread Spectrum atende satisfatoriamente essas necessidades.

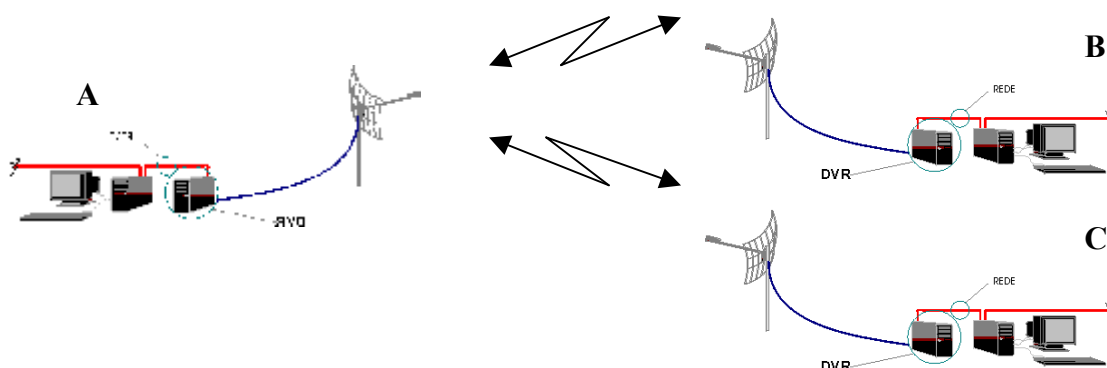
3.3.4 – Considerações

Ponto a ponto e ponto multiponto

Uma solução (sistema de rádio, computador, antenas, etc...), se comunica com outro ponto e também se comunica com vários pontos simultaneamente. Se tivermos uma solução com um rádio e uma antena se comunicando (enviando e recebendo pelo mesmo rádio) com vários pontos, ocorrerá divisão do tempo de tratamento das requisições, veja figura 3.2, onde

os pontos “B” e “C” se comunicam com o ponto “A”. O ponto “A” compartilhará o tempo de recebimento e resposta com os demais pontos de comunicação, gerando assim uma redução no tempo de resposta.

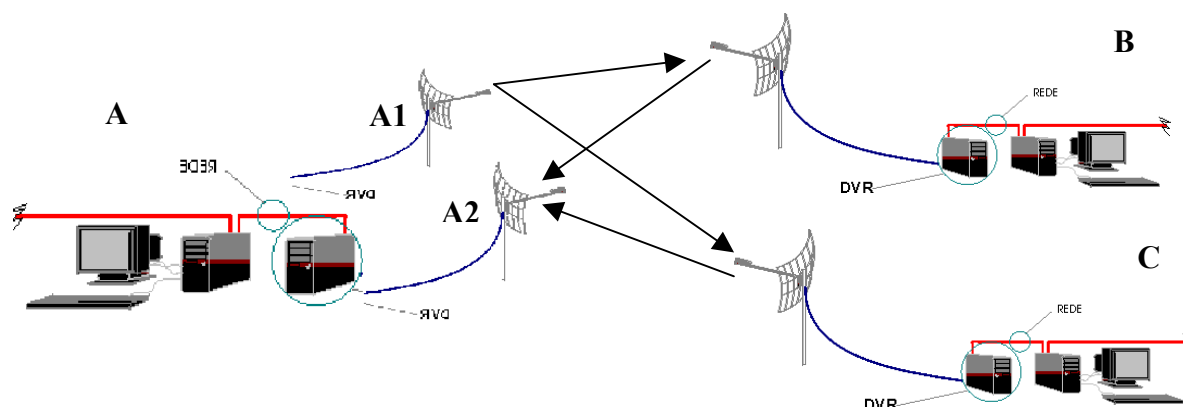
FIGURA 3.2 – COMUNICAÇÃO PONTO MULTIPONTO COM UM SISTEMA DE RÁDIO.



É plenamente possível melhorar este quadro, colocando no ponto “A” um segundo sistema de rádio e antena. E configurando os protocolos de tal maneira que os sinais sejam enviados por um dos sistemas de rádio e recebidos pelo outro sistema de rádio.

Na figura 3.3 o ponto “A” envia os sinais pelo sistema “A1” e recebe os sinais enviados dos pontos “B” e “C” pelo sistema “A2”. Desta forma ocorre um ganho no tempo de comunicação entre as estações.

FIGURA 3.3 – COMUNICAÇÃO PONTO MULTIPONTO COM DOIS SISTEMAS DE RÁDIO.



Visada

Para os enlaces nas frequências altas, é indispensável a visada entre as antenas. Deve se entender por visada, que as antenas tem de estarem em posição tal que não haja obstáculo entre as mesmas. Não pode haver prédios, paredes, montanhas, árvores, etc...

Em curtas distâncias uma visada parcial permite estabelecer a comunicação, sendo que a qualidade do sinal fica “pobre”, podendo ocorrer a perda do link em casos de baixo teto, muitas nuvens carregadas de energia estática ou em oscilações da antena ou na ocorrência de qualquer outro pequeno fator. Coisas que não acontecem quando o sinal é limpo.

Licença

Conforme a portaria 814 de 16/07/96 que aprova norma 12/96, a qual dita as condições de uso das frequências nas faixas de 902-928 MHz, 2400-2483,5 MHz E 5725-5850 MHz, por equipamentos de radiocomunicação empregando técnica de Espalhamento Espectral.

AS ESTAÇÕES SÃO DISPENSADAS DE LICENCIAMENTO,
PORÉM OS EQUIPAMENTOS DEVEM SER CERTIFICADOS PELO
MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES.OS SISTEMAS OPERAM EM
CARÁTER SECUNDÁRIO. (ANATEL, <http://www.anatel.gov.br>).

No presente momento a maioria dos equipamentos, para esta categoria, operam na frequência de 2.4 GHz, ou seja 2400 à 2483,5 MHz. Estando assim, isentos de projetos e licenças junto a ANATEL.

Alcance

Já citado anteriormente, a distância de comunicação nesta modalidade, até o presente momento, pode chegar a 100 Km, desde que atenda o quesito de visada. Mas não são todas as marcas e modelos de rádio que permitem este alcance. Os mais difundidos chegam a até 40 Km.

Os fatores determinantes para o alcance são a potência do rádio em “WATT” e o ganho das antenas em “dBi”. Quanto maior a potência do rádio e mais dBi tiver a antena, maior será o alcance de comunicação.

As potências dos rádios são pré-estabelecidas pelo fabricante para que o órgão competente conceda autorização para comercializar os mesmos. Sendo assim, não se tem autonomia para a ampliação da potência dos rádios. A potência dos rádios mais comuns são de 0.6 WATT.

Um terceiro fator que intervém no alcance é o comprimento do cabo que liga a antena ao rádio. Quanto maior o cabo mais perda se tem na potência do sinal emitido, conseqüentemente o alcance será menor. O comprimento ideal é: - “quanto mais curto melhor”.

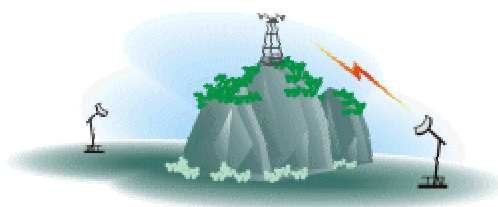
Para se ter um ganho na potência da antena, pode-se usar um amplificador de sinal. Este é um equipamento que se instala no cabo entre a

antena e o computador. O amplificador faz com que a distância alcançada seja, em média, o dobro do alcançado sem o mesmo.

Repetidoras

Nas situações em que há um obstáculo entre os pontos de comunicação ou a distância é superior ao alcance dos rádios, pode-se utilizar repetidoras ativas, que atuam em redirecionar e regenerar o sinal. (veja figura 3.4). Para ter um ganho maior na velocidade de transmissão dos dados, as repetidoras poderão utilizar dois sistemas de rádios como já mencionados. A não utilização de dois sistemas de rádio na repetidora, implicará na redução de 50% na velocidade de transmissão de dados proposta pelos equipamentos.

FIGURA 3.4 – USO DE REPETIDORA



O local escolhido para comportar uma repetidora, deve ser de acesso fácil para manutenção e ter energia elétrica para alimentar os equipamentos. Também, deve ser um local seguro para evitar a ação de vândalos e roubos.

São utilizadas as repetidoras, para aplicações em longas distâncias, tendo necessidade de serem implementadas no campo. Para isto, deve-se considerar a utilização das estruturas existentes nos morros utilizados pelas repetidoras de televisão e rádio, e também as repetidoras podem ser usadas

no meio urbano, onde a cobertura dos prédios pode ser considerada como um bom local de instalação das mesmas.

Velocidade

A velocidade da comunicação é determinada pelo rádio. Cada equipamento de rádio tem suas especificações da taxa de transferência que alcança. Com isto na compra dos rádios tem de se considerar a velocidade que se necessita.

Divisor de potência ou espliter

Quando existe a situação de ponto multiponto, figura 3.2, sendo que os pontos “B” e “C” não ficam no lóbulo da antena “A”, ou seja, se a zímute de “A” com “B” faz com que “C” fique sem sinal e vice-versa, utiliza-se um divisor de potência, isto é, conecta-se em um rádio por meio do referido equipamento duas ou quatro antenas, sendo cada uma para a direção que desejar.

Sendo assim, para atender o cenário da figura 3.2, no ponto “A” conecta-se ao rádio um espliter com uma entrada e duas saídas. Em cada saída uma antena, uma direcionada para o ponto “B” e a outra direcionada para o ponto “C”.

O espliter atende apenas a necessidade de aumentar o lóbulo de uma antena utilizando-se outras antenas, em um único equipamento de rádio. Com esta técnica, a comunicação ainda estará sujeita a divisão do tempo de atendimento pelo número de estações remotas.

Descargas atmosféricas

Tratando-se de rádio frequência, encontra-se uma variável da natureza que coloca em risco os equipamentos para comunicações dessa natureza. As antenas também atraem os raios, e o meio de se resguardar das descargas elétricas é ter um bom sistema de pára-raios e um aterramento com carga inferior a 4 ohm.

É bom lembrar que é melhor não ter pára-raios e/ou aterramentos se não estiverem de acordo com as especificações recomendadas para os mesmos; pois se não forem feitos adequadamente terão uma ação contrária à esperada.

4 – IMPLEMENTAÇÕES E RESULTADOS OBTIDOS

Através da realização de cinco experimentos foi que chegou-se ao conhecimento de várias das afirmações feitas na seção 3 desta dissertação.

Os experimentos realizados foram: um de comunicação de dados por monocal e quatro em comunicação por spread spectrum. De ponto a ponto, ponto multiponto com uso de repetidoras e sem as repetidoras.

A utilização de monocal é uma prática comum na telefonia rural, mas não há conhecimento de sua utilização para a transmissão de dados, teleprocessamento ou outro tipo de utilização do gênero. O experimento

realizado mostrou-se muito eficiente e com dupla utilidade: - ‘telefonia para voz e para dados’.

A tecnologia spread spectrum, teoricamente bastante difundida, vinha sendo utilizada em aplicações restritas. Nos últimos dois anos é que surgiram no mercado, vários equipamentos que possibilitam a utilização dessas técnicas até mesmo por iniciantes ou profissionais com pouco conhecimento na área.

Estes equipamentos que estão surgindo, tem em suas especificações a orientação de utiliza-los em redes locais (LAN's), pois seu alcance é para mais ou menos 600 m. Com a utilização de antenas e cabos apropriados é que se chega a distâncias superiores a 40 km. Nas experiências realizadas observou-se que mesmo para as aplicações de redes WAN's oferece alta disponibilidade e a performance mantem-se conforme as especificações dos equipamentos.

4.1 – Experiência com monocal

Utilizou-se a técnica de monocal para ligar o stand do SENAI, na 3^A. Feira Expoluz, ao provedor de internet SENAI – Softline. A feira ocorreu em Luzerna, Santa Catarina dos dias 04 a 07 de setembro de 1998, no pavilhão da igreja de Luzerna. É uma feira comercial, industrial e artesanal do referido município.

O objetivo foi proporcionar ao stand do SENAI uma linha telefônica e acesso à internet, para demonstração da própria internet bem como difundir o

provedor de acesso a internet que o SENAI dispunha e difundir a técnica de comunicação de dados via monocal.

4.1.1 – Equipamentos e configurações

- Um par de rádios monocal, modelo MAO XVI 1/10 Watts, fabricante LANCIL Industria e Comércio, com as seguintes especificações técnicas:

Do Transmissor:

- Potência de saída de RF: 10w
- Emissão de espúrio < 70 dB
- Ruídos de FM: -50 dB
- Distorção de áudio < 1%
- Sensibilidade (para 12 dB de sinal) < 0,25 μ V
- Seletividade -90 dB
- Consumo em repouso: 10 w
- Consumo em comunicação: 60 w
- Ganho de antena: 12 dB

Do Duplexador:

- Banda passante: 250 Mhz

- Rejeição a 13,75 Mhz > 70 dB
- Perda por inserção: 0,5 dB

Da Fonte de Alimentação:

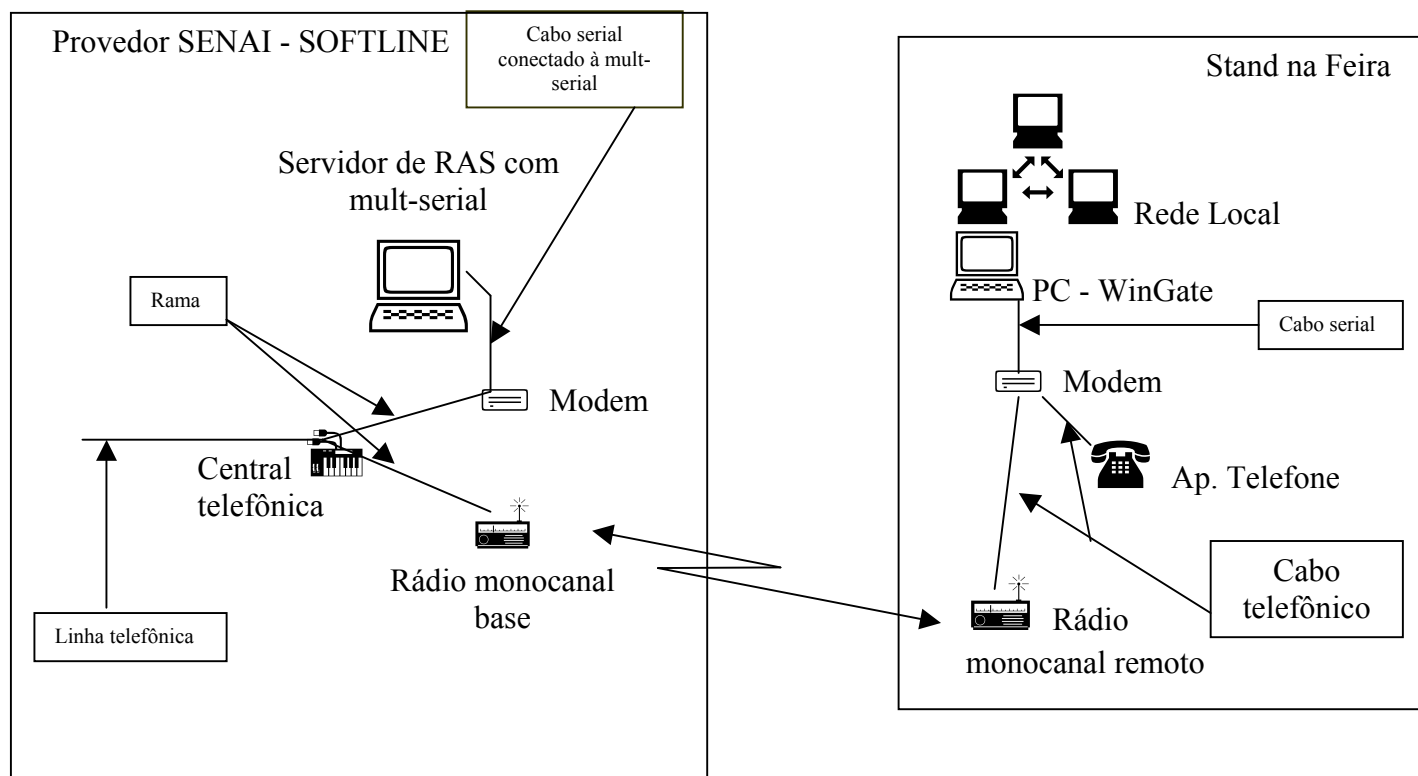
- Tensão de entrada: 110/127/220 V
 - Tensão de saída: -24/+26 VDC
 - Proteção independente para cada saída
 - Ripple < 5 mV
- Central telefônica Intelbras 2/10, analógica – sendo duas (2) entradas para linhas telefônicas e dez (10) ramais. Esta central telefônica foi instalada no provedor. E em uma das duas entradas da central colocou-se uma linha telefônica, para permitir que do stand fosse possível comunicação por telefone com outros locais. Em um dos ramais colocou-se um dos modems do serviço de RAS do provedor e em outro ramal instalou-se o rádio base.
 - Dois modems analógicos US.Robotics 33.600 bps, externos; um conectado na central telefônica no provedor para atendimento pelo RAS e o outro no computador da feira conectado ao rádio remoto.
 - Cabos telefônicos, seriais e elétricos para alimentação.
 - Um computador servidor de RAS. Este computador é o servidor de RAS do provedor SENAI – Softline. Com sistema operacional

Windows NT4 - SP3, sendo o software de autenticação remota do próprio NT4.

- Com uma multi-serial da Digibord de 16 portas, tendo em cada porta modens US. Robotics 33.600 bps, externo, com linhas telefônicas analógicas e um dos modens conectados a central telefônica, para atendimento da feira.
- O serviço de acesso à internet, do provedor SENAI – Softline, manteve-se operante aos demais clientes, durante o período em que foi feito o teste.
- Na feira foi montado uma rede ethernet, tcp/ip, com cinco (5) computadores, todos Pentium 100 Mhz, com sistema operacional windows 95. Um dos computadores continha:
 - Um modem US. Robotics 33.600 bps, externo, que estava conectado pela porta de linha do modem ao equipamento de rádio remoto, e na porta do modem de fone estava conectado um aparelho telefônico.
 - O software WinGate, versão 1.3, que faz o papel de proxy de NAT. Este software permite que as demais máquinas da rede compartilhem do acesso a internet, por uma única conexão discada.

4.1.2 – Funcionamento

FIGURA 4.1 – CONEXÕES CASO 1 COM MONOCANAL.



Com estes equipamentos conectados, conforme descrito, tinha-se a seguinte operação telefônica disponível no stand do SENAI na feira, por meio de rádio monocanal.

Ao tirar o telefone do gancho, que estava conectado ao modem, tinha-se o sinal da central telefônica que estava no provedor. Discando zero (0) tinha sinal de linha, que estava conectada em uma das entradas da central, para efetuar chamadas a qualquer lugar.

No computador em que estava conectado o modem, foi configurada a rede dial-up, para discar ao ramal onde estava conectado o modem do serviço

de RAS. Assim, conectava-se a internet ou a rede do provedor sem custo com a operadora telefônica, pois a ligação era de ramal para ramal, sendo um dos ramais distante acessado por rádio monocanal.

Funcionou atendendo todas as expectativas. A conexão manteve-se em 21.200 bps e também se tinha telefone para voz, quando não ocupado com o modem e vice e versa.

Vale ressaltar que a antena do rádio remoto ficou fixada internamente no pavilhão da feira; o teto do pavilhão era de zinco e o sinal foi claro e puro sem ruídos.

4.2 - Experiências com Spread Spectrum

As experiências realizadas com a tecnologia spread spectrum foram todas com equipamentos que atendem as mesmas especificações técnicas, tendo diferença nas aplicações, topologia geográfica e aplicação dos recursos tecnológicos.

4.2.1 - Equipamentos

Antena

Antena parabólica direcional de grade 2.4 GHz 24 dB. - Esta antena possui uma performance superior as demais Antenas Yagi Direcionais, apresentando um ganho de 24 dB com uma largura de feixe de transmissão de 20 graus, sendo

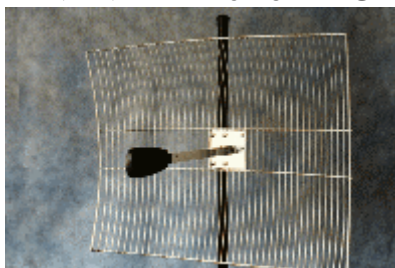
o indicada para aplicações direcionais.

Para garantir maior resistência e poder de ganho, seu refletor é construído com arame de aço galvanizado a fogo, que confere uma longa vida útil, mesmo sob condições hostis, resistindo muito bem à intempérie.

Seu desenho de grade aberta minimiza a ação dos ventos, suportando rajadas de alta velocidade.

Seu sistema de fixação possibilita a montagem em polarização horizontal e vertical.

FIGURA 4.2 – ANTENA PARABÓLICA DE GRADE 2.4 GHz



Características técnicas - Especialmente concebida para tecnologia de Rádio Freqüência "Spread Spectrum" operando nas faixas 2.400 a 2.483 MHz.

Compatível com todos os produtos da linha de comunicação Wireless.

FIGURA 4.3 – LÓBULO DE AÇÃO DA ANTENA PARABÓLICA DE GRADE

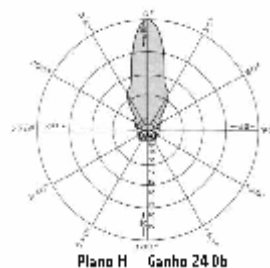


Tabela 4.1 – Especificações técnicas da antena parabólica

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
Ganho em dB :	24
Banda de Frequência em MHz :	2.400-2.483
ROE :	< 1.5: 1
Impedância em Ohms :	50
Potência suportada em Watts :	50

Tabela 4.2 – Especificações Físicas da antena parabólica

ESPECIFICAÇÕES FÍSICAS	
Refletor :	Parábola de grade de arame
Acabamento :	Galvanização a fogo
Fixação :	Soldagem elétrica a ponto
Montagem :	Mastros de no máximo 1 ½"
Peso em Kg. :	2,5
Dimensões em mm :	300 X 115 X 70
Resistência ao vento em Km/h :	100

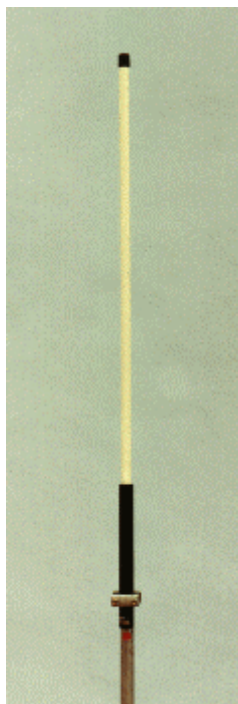
Antena onidirecional 2.4 GHz 5 dB - É constituída por uma Antena Onidirecional com um diagrama de irradiação praticamente circular, protegida dentro de um tubo plástico resistente à intempérie.

Possibilita um ganho de 5 dB na banda de 2.4 GHz, sendo indicada para instalações onde a antena pode ser colocada a pouca distância do equipamento de rádio comunicação.

Permite estabelecer rádio enlaces do tipo ponto / multiponto de até 1 Km.

Bastante robusta e longa vida útil, pode ser instalada em ambientes externos, sob condições hostis, resistentes à intempérie.

FIGURA 4.4 – ANTENA ONIDIRECIONAL



Características técnicas - Instalação externa suporta condições adversas de intempérie.

Especialmente concebida para "Spread Spectrum" operando nas faixas 2.4 GHz., possibilitando ligações do tipo ponto / multiponto / móveis até 1 Km*.

Compatível com todos os produtos da linha de comunicação Wireless.

Tabela 4.3 – Especificações técnicas da antena omidirecional

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
Ganho em dB :	5
Banda de Frequência em GHz. :	2,4
ROE :	< 1.5: 1
Impedância em Ohms :	50
Potência máx. de saída Watts :	50

Tabela 4.4 – Especificações físicas da antena onidirecional

ESPECIFICAÇÕES FÍSICAS	
Elementos:	Radiador de cobre
Montagem :	Vertical em mastros de até 1 ½"
Resistência ao vento em Km / h :	150
Peso em Kg :	1
Dimensões em mm:	620 X 35 X 35

Mastro de fixação da antena

Apresentam-se em dois modelos; o tipo L e o tipo I. O mastro tipo L é apropriado para fixação lateral que precise de recuo e o mastro tipo I é apropriado para fixação lateral que não precise de recuo.

FIGURA 4.5 – MASTRO TIPO L

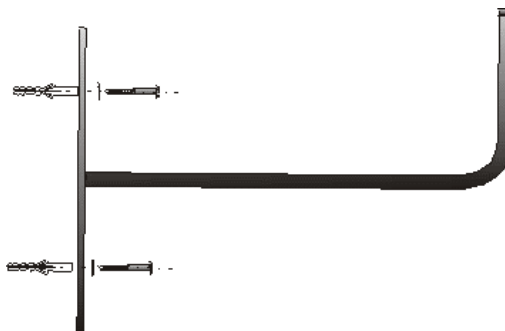


Tabela 4.5 – Especificações técnicas e físicas do mastro tipo L

Especificações Técnicas e Física	
Mastro tipo L	
Base	Chapa preta
Chapa No.	11
Espessura mm	3,1
Dimensões cm	22x18
Tubo	Tubo preto
Compostura	$\frac{3}{4}$ "
Espessura da parede mm	2,2
Profundidade cm	61
Elevação cm	32
Peso kg	1,8
Cor	Preto fosco

FIGURA 4.6 – MASTRO TIPO I

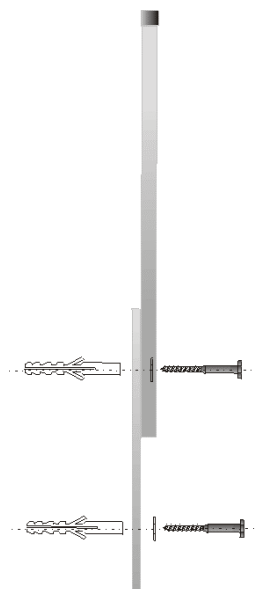


Tabela 4.6 – Especificações técnicas e físicas do mastro tipo I

Especificações técnicas e físicas	
Mastro tipo I	
Base	Chapa preta
Chapa No.	11
Espessura mm	3,1
Dimensões cm	22x18
Tubo	Tubo preto
Compostura	$\frac{3}{4}$ "
Espessura da parede mm	2,2
Elevação cm	86
Peso kg	1,8
Cor	Preto fosco

Cabo

Cabo RGC213U - Cabo de conexão da antena ao módulo de transmissão.

Tabela 4.7 – Especificações cabo RGC213U

Especificações		
Comprimento	10 Mts	
Conectores	1 Unidade	NF p/ RG213
	1 Unidade	NM p/ RG213

10BaseT (UTP) - Conecte um cabo de categoria 3, 4 ou 5 no conector RJ45 localizado na chapinha fixada no DVR. Conecte a outra ponta do cabo em hub 10BaseT. Se não dispuser de um hub, basta clipar o cabo em cross-cable, e conectar uma ponta no DVR e a outra na placa de rede do PC.

10Base2 (BNC) - A conexão de uma rede usando cabo coaxial (RG58) requer o uso de um conector T. Conecte o cabo ao conector T e a seguir à porta BNC da placa de rede. Se esta é a última estação do segmento do cabo, feche o conector com um terminador 50 ohm.

Protetor Coaxial

Para proteção dos equipamentos em casos de descargas elétricas.

FIGURA 4.7 – PROTETOR COAXIAL.



Tabela 4.8 – Especificações técnicas e físicas protetor coaxial.

Especificações técnicas e físicas	
Tipo de proteção	Centelhador
Frequência	2.4 Ghz
Conector	NF – NF
Perda de Inserção	< 0,5
Dimensões cm	25,4x25,4x56
Peso kg	100

Módulo de transmissão e recepção

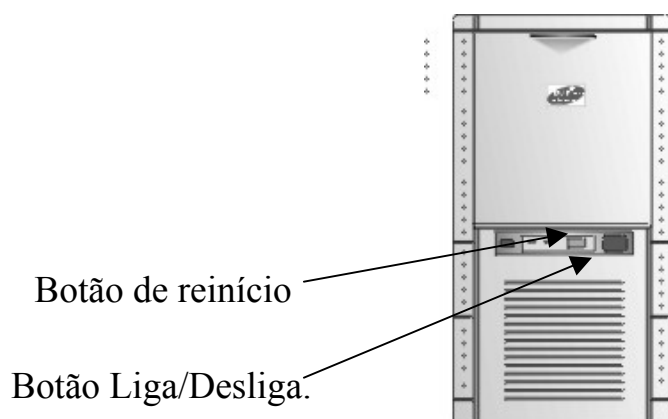
Módulo configurável, responsável pela recepção e destinação dos pacotes de dados, interligando redes locais (LAN). É formado por um computador configurado para atuar como roteador em uma rede ethernet. Possui uma placa de rádio.

Tabela 4.9 – Especificações técnicas e físicas do modulo.

Características técnicas e físicas	
Peso Kg	4
Alimentação AC INPUT:	115V/230VAC~1A / 0.5A 50/60 Hz
Temperatura de operação	0o à 40o
Umidade do ar	20% à 80%
Interface Ethernet (10Mbps)	10baseT (UTP) (RealTeck) 10Base2(BNC) (RealTeck) Fibra Otica.
Protocolo	TCP/IP
Dimensão cm	41x18x33

Fonte	250 W – 350 W
Processador	90 Mhz – 300 Mhz
Memória HAM	16 MB – 32 MB
Dispositivo de armazen.	Hard Disk
Controladora	Mother board P200

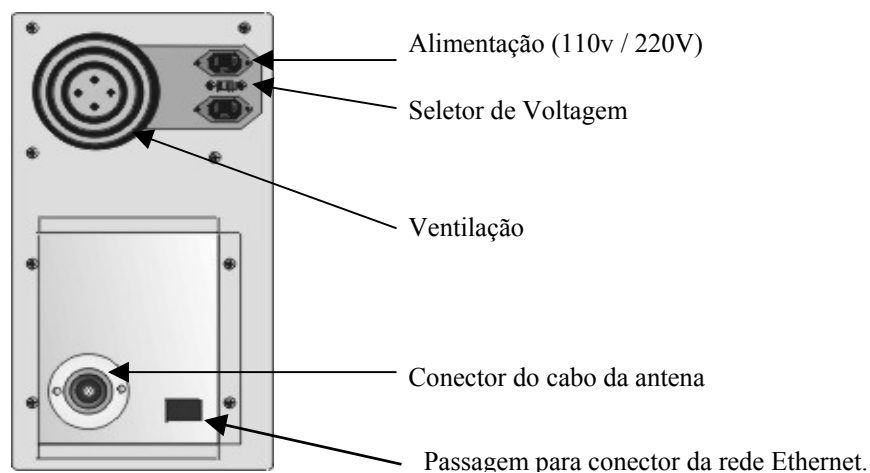
FIGURA 4.8 - VISÃO FRONTAL DO MÓDULO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO .



Recomendações.

- A tensão pode ser 110V ou 220V. (selecione a voltagem adequada antes de ligar o equipamento).
- Obtem-se o mesmo efeito de ligar e desligar cortando o fornecimento de energia.
- É recomendado evitar a repetição do ato de ligar e desligar. Caso isso seja requerido freqüentemente, procure o técnico.

FIGURA 4.9 - VISÃO TRASEIRA DO MÓDULO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO.



Placa de rádio

Este rádio é baseado na tecnologia spread spectrum e trabalha na forma DSSS. Fabricado pela Lucent Technologies. Nossos primeiros experimentos foram baseados nos rádios de 2Mbps, atualmente os rádios são de 11Mbps e com tecnologias mais apuradas.

Este modelo de rádio é interno no computador. Por ser no formato de um cartão pcmcia é necessário uma placa adaptadora, estas placas são para slots ISA ou PCI.

FIGURA 4.10 – PLACA DE RÁDIO SPREAD SPECTRUM DA LUCENT.



Fonte: <http://www.lucent.com>

Tabela 4.10 – Especificações técnicas e físicas da placa de rádio.

Especificações Técnicas e físicas	
Interface RF (2 / 10 Mbps)	NF
Frequência em MHz :	2400 - 2483,5 MHz** Canais tipo A,B, e D (ETSI)
Técnicas de modulação :	Espectral (Spread Spectrum)
protocolo de acesso :	Ethernet (CSMA with Collision voidance)
Dimensões Pc Card RF	85mm X 54mm X 5mm
Peso em grama RF	170
Potência de consumo (mW)	
Espera	180
Recepção	1300
Transmissão	2750
Média	325
Taxa de erro de Bit :	menos de 10^{-8}
Potência de saída dBm :	15
Sens. de recepção dBm:	> 82
Certificações :	Minicom Portaria 814, de 12/07/96

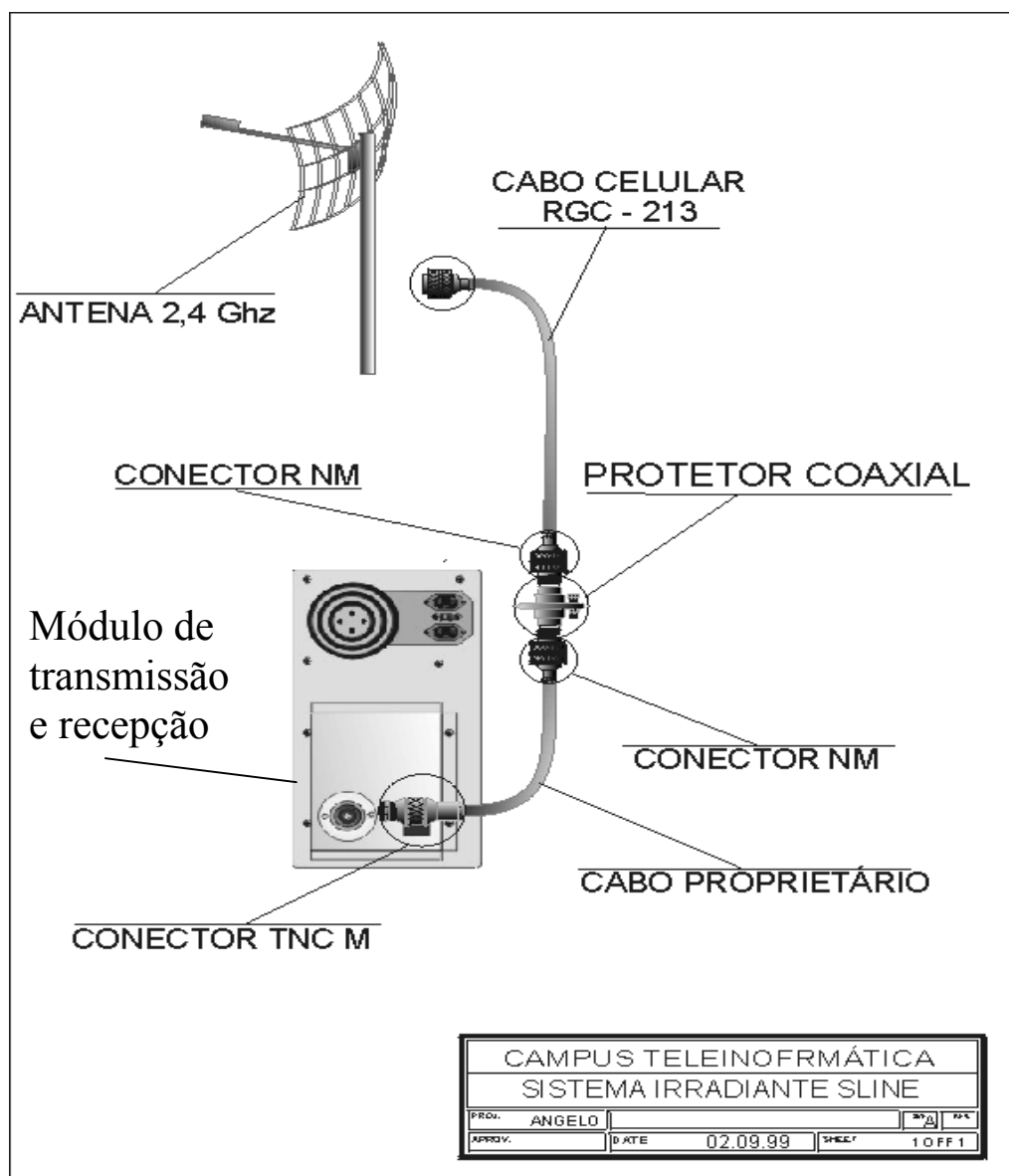
Denominou-se o conjunto de equipamentos que compõe a solução para comunicação de dados via rádio de “Solução DVR”. Figura 4.11.

Compõe a solução DVR:

- Antenas 2.4 GHz .

- Mastro de fixação da antena.
- Cabo RGC213U - 10 mts (conector N RG213 F e M)
- Protetor coaxial (Centelhador)
- Módulo de transmissão/recepção
- Placa de rádio

FIGURA 4.11 – SOLUÇÃO DVR



Fonte: Desenho desenvolvido pela Campus Teleinformática Ltda.

4.2.2 - Descrição de funcionamento

Por meio de ondas de rádio (na frequência de 2.4 GHz), forma-se uma rede ethernet (padrão IEEE 802.11), entre pontos distintos (WAN - alcance de até 50 Km visado, com uma taxa de transferência de 2 / 10 / 11 Mbps). O enlace é formado por uma solução, chamada DVR, com funções de roteador em protocolo TCP/IP.

Instalando a solução DVR em uma LAN A, e uma outra solução DVR em uma LAN B, teremos comunicação entre a redes A e B. Para adicionar outras redes interligando com as redes A e B, na nova rede, LAN X, basta instalar mais uma solução DVR. Em cada novo ponto que se deseja interligar basta colocar mais uma solução DVR e todas elas estarão interligadas. Veja figura 4.12.

FIGURA 4.12 – WAN POR DVR



4.2.3 – Caso 1 – Provedor de serviço de internet

Implementou-se em Joaçaba – SC, a solução DVR, para fornecer acesso a internet a uma empresa e a um prédio, com salas comerciais e apartamentos residenciais.

O provedor de acesso a internet, SoftLine informática Ltda., está localizado no centro de Joaçaba, no segundo andar, de um prédio de oito andares. Foi colocada uma solução DVR, na parte mais alta do prédio, onde fica a casa das máquinas do elevador, com a antena onidirecional do lado externo do prédio. (<http://www.softline.com.br>).

Esta máquina está conectada a rede do provedor por meio de um cabo par trançado que vai do topo do prédio até o hab, no segundo andar.

A empresa Scherer S/A, uma distribuidora de autopeças, tem uma rede local tcp/ip, de 15 máquinas, todas com gateway para a solução DVR, que está instalada no CPD da empresa e tem um cabo RGC-213, de 35 m até a antena direcional parabólica de 21 dBi. Esta empresa está a uma distância do provedor de 300 m (<http://www.scherer-as.com.br>). O serviço está em operação desde novembro de 1998.

Desde a implementação foram reportadas três ocorrências. Uma em função da antena ter saído da zímute, e as outras duas em função do hardware do computador ter apresentado falha, uma vez de hd e a outra de fonte.

O Ed. Grafisa, que está a uma distância de 250 mts, tem uma solução DVR no topo do prédio, e os apartamentos e salas comerciais tem um cabo de rede até as máquinas, dispondo assim de um acesso dedicado, compartilhado com os demais usuários do prédio, o serviço está ativo desde junho de 1999, não apresentou falhas desde a implementação.

4.2.4 – Caso 2 – Provedor de acesso à internet.

Em Fraiburgo –SC, o provedor de acesso a internet PWA Ltda. fornece acesso por meio da solução DVR a uma escola de informática, a Danese Ltda., que se utiliza da internet para promover e ministrar cursos sobre a mesma.

No provedor há uma solução DVR e na escola há outra, fechando desta forma o enlace entre as mesmas. O serviço está ativo desde março de 2000 e apresentou uma falha de comunicação em função da antena ter saído do alinhamento.

4.2.5 – Caso 3 – Universidade de Palmas.

A Universidade de Palmas – PR construiu novos prédios fora da cidade, e os servidores da biblioteca, secretaria, internet e outros, permaneceram no prédio antigo, que está localizado no centro da cidade.

As necessidades delas consistiam em compartilhar as informações como se estivessem no mesmo prédio. A solução DVR apresentou-se como a forma mais econômica de instalação e de manutenção, comparada a fibra ótica, ou canal pela concessionária telefônica.

Inicialmente, em junho de 1999, foi interligada a biblioteca do campus com o prédio do centro, tendo uma solução DVR em cada local. A rede local da biblioteca utiliza-se dos serviços disponíveis no prédio do centro como também no estando localmente.

Apresentou algumas ocorrências de não funcionamento. Ficou constatado que o problema central era a oscilação da energia elétrica que fazia com que o computador travasse. Foi colocado um estabilizador, que redistribuiu a carga de consumo nas fases elétricas.

Em setembro de 2000 foi adicionada mais uma solução em outro prédio do campus. Também para acessar os serviços que estão disponíveis no prédio do centro. Foi necessário adquirir mais uma solução DVR para este prédio, sem a necessidade de investir em nada para a estrutura do centro receber mais um sinal. As ocorrências relatadas foram de ordem interna, na rede.

4.2.6 – Caso 4 – Interligando fazendas

A empresa Fischer S.A., tem várias fazendas em Fraiburgo –SC, de plantação de maçãs. As informações de controle de cada fazenda são processadas no prédio de cada fazenda e depois são repassadas para a matriz

que centraliza todas as informações que são necessárias para as tomadas de decisões.

Inicialmente o processo de transmitir as informações para a matriz era efetuado por disquetes, onde uma condução saía às oito horas da manhã, passava por todas as fazendas, a maioria por estradas de chão, e por volta das 16:00 horas da tarde chegava de volta com os disquetes.

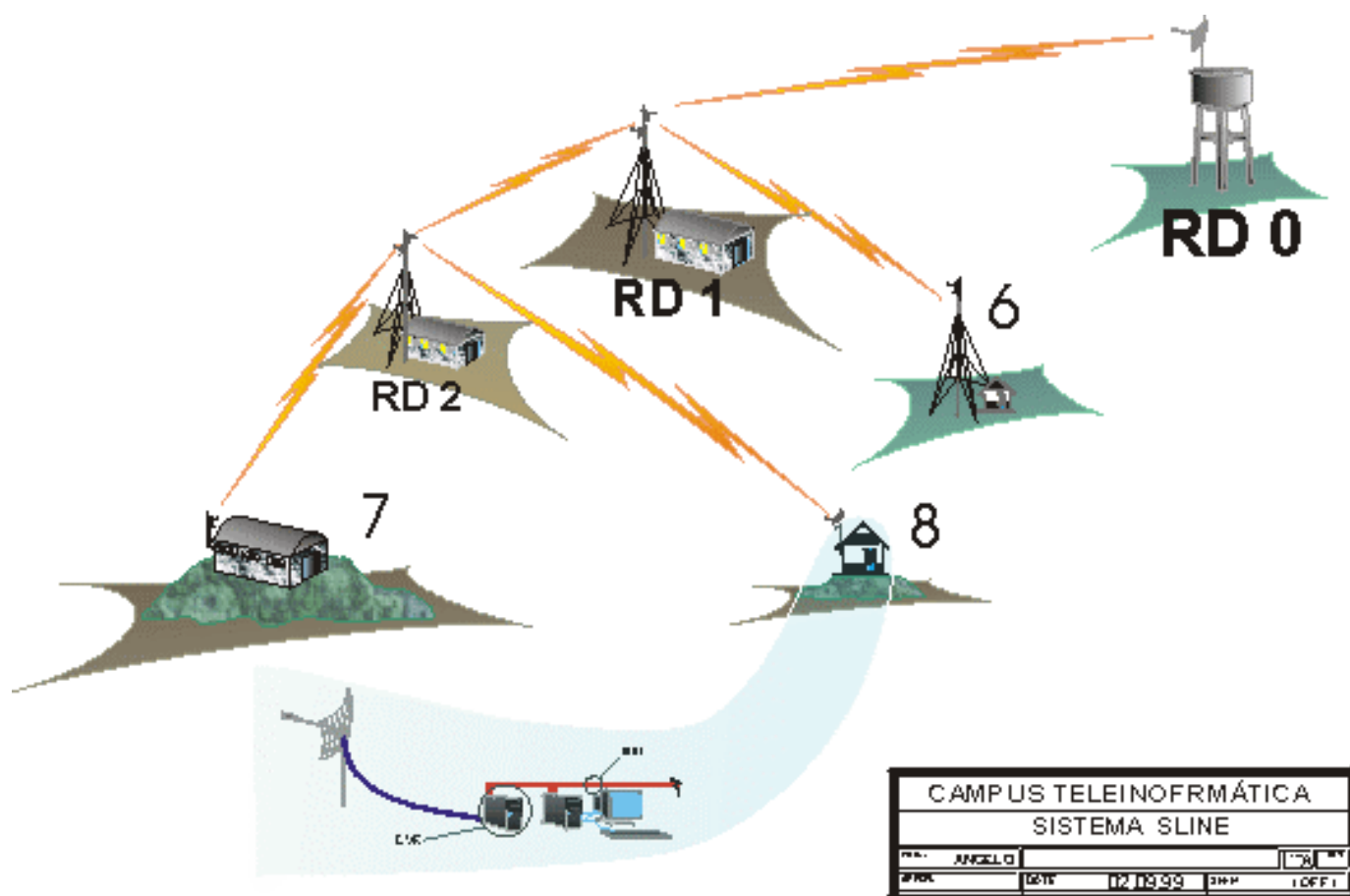
As informações eram processadas e no dia seguinte estavam disponíveis para análise e tomadas de decisão. Essas informações eram disponibilizadas com quarenta e oito horas de atraso, o que causava muitas perdas e desencontros.

Foram avaliados vários sistemas de comunicação de dados para interligar as diversas fazendas, sendo que, os sistemas avaliados apresentavam altos custos de implementação, ou baixa velocidade, altos custos de manutenção, inviabilidade técnica em função da topografia, distâncias, etc.

A “solução dados via rádio”, baseada em equipamentos de transmissão de dados com tecnologia spread spectrum, mostrou ser a tecnologia mais apropriada para as necessidades da empresa.

São dezessete fazendas ao todo. O projeto inicial contemplou a implementação do backbone e três fazendas. O backbone consiste no eixo central para a vazão de dados em direção a fazenda matriz. Ele foi implementado colocando-se repetidoras, nos pontos que atenderiam o maior número de fazendas possível.

FIGURA 4.13 - DISPOSIÇÃO GERAL DA PRIMEIRA FASE REDE WIRELESS FISCHER.

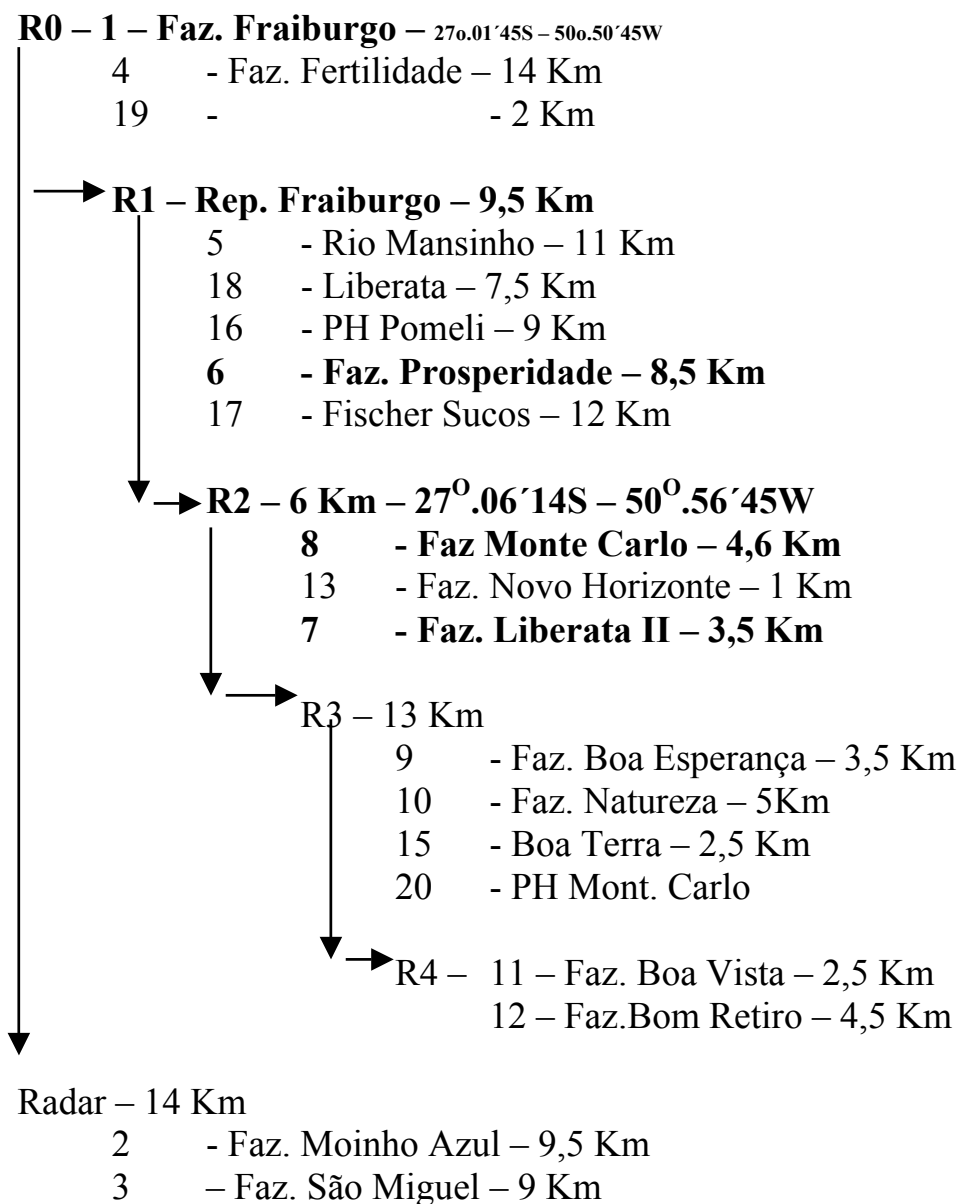


Fonte: Imagem criada pela Campus Teleinformática

Tabela 4.12 – Interpretação do mapa

Simb.	Identificação	Aplic.	Link
RD0	Fazenda Fraiburgo - CPD	Gateway principal – Sis. Fischer	Roteador central
RD1	Morro cidade de Friburgo	Repetidora	RD0
RD2	Radar	Repetidora	RD1
6	Fazenda Prosperidade	Ponto objetivo	RD1
8	Fazenda Monte Carlo	Ponto objetivo	RD2
7	Fazenda Liberata II	Ponto objetivo	RD2

Tabela 4.13 – Descrição dos enlaces e a sequência da comunicação.



P.S.:

No. De Identificação / nome de Ident. / quilometragem.

No projeto inicial, desejou-se que:

- O fluxo de dados fosse full-duplex tendo como direção de gateway em direção ao ponto RD0 onde está o CPD.

- O fluxo de dados no backbone bem como nos link das fazendas fosse de 2 Mbps até sua repetidora objetivo.
- As repetidoras têm como objetivo proporcionar visada direta aos pontos objetivos, sendo efetuada uma retransmissão automática de dados.

Em agosto de 1999, teve início a operação do sistema. Ocorreram várias interrupções no link, geralmente parcial. O problema que afetava uma fazenda não paralisava as demais.

Os problemas mais comuns foram:

- Oscilação na voltagem da energia elétrica;
- Desalinhamento das antenas, torres mal fixadas;
- Os computadores adquiridos para implementação da solução apresentaram uma série de falhas, como: fonte, hd, placa mãe;
- Não transmitiu dados na velocidade esperada. Identificou-se nesta ocasião, que um sistema de rádio, transmitindo e recebendo ao mesmo tempo de/para vários pontos, divide o seu tempo com os demais. Não atingindo, assim, a velocidade de 2Mbps como desejado.

A empresa aprovou a solução mesmo com as falhas apresentadas, pois mesmo na fase de pesquisa mostrou-se um sistema confiável e barato. Com isto, optou-se pela ampliação do sistema usando para repetidoras,

equipamentos apropriados. Contratou-se uma empresa para fazer estas adequações no projeto.

5 - Conclusão

Após estudo realizado percebeu-se que a evolução que ocorre com as tecnologias para transmissão de dados, continua extrapolando os limites do passado e do presente. Essa tecnologia que apresenta maior velocidade e alta disponibilidade, a Spread Spectrum, é a opção “numero 1” para implementação.

Constatou-se ainda, que é necessário e existe, instrumento adequado para cada circunstância.

A rádio frequência não será a melhor solução para todas as circunstâncias, porém, mostrou-se durante os estudos ser uma solução segura, confiável e adequada para comunicações de dados, interligando redes LAN's em locais inóspitos.

Com a rádio frequência tem-se segurança, ou seja, alta disponibilidade e privacidade, concedendo aos seus usuários independência dos sistemas públicos ou privados de comunicação. Pode-se ainda, ter um sistema de comunicação particular para a empresa ou associados.

Assim, locais em que os meios convencionais de comunicação de dados são inapropriados pela topologia do terreno, distância, inviabilidade econômica e etc, a “solução de dados via rádio” mostrou ser uma alternativa a altura das expectativas e necessidades.

Bibliografia

ANTUNES, S. R. **Rádio Transceptores**. São Paulo: Fitipaldi. 1995. 91 p.

CYCLADES. **Guia Internet de Conectividade**. 5ª ed. São Paulo: Cyclades Brasil. 1999. 135 p.

HELD, G. **Comunicação de dados**. Rio de Janeiro: Campus. 1999. 708 p.

NETO, V.; PETRUCCI, L.; TEIXEIRA, P. **Sistema de Propagação e Rádio Enlace**. São Paulo: Érica. 1999. 256 p.

SMIT, J. **Microondas**. São Paulo: Érica. 1987. 135 p.

SOARES, L. F.; LEMOS, G; COLCHER, S.. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Campus. 1995. 740 p.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Campus. 1997. 923p.

SILVA, A. J. S. As Tecnologias de Redes Wireless. RNP , Rio de Janeiro, 1998. Publicações – NewsGeneration. Disponível em
<<http://www.rnp.br/newsgen/9805/wireless.shtml>>. Acesso em: 10 jan. 2001.

LUCENT. *Wireless Networks*. **Lucent Technologies**. Disponível em em:
<<http://www.lucent.com>>. Acesso em: 15 nov. 2000.

ANATEL. Leis Decretos e Regulamentos, **ANATEL**. Disponível em:
<<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: jan. 2001.